République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 8 Mai 1945 Guelma



Faculté…Sciences et de la Technologie……………………………………………
Département Architecture………………………………………………………
Laboratoire de domiciliation. Génie Civil et d'Hydraulique………………

THÈSE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT EN 3ème CYCLE (LMD)

Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la Ville. Filière : Architecture
Spécialité : Architecture

Présentée par

BOULEMAREDJ Ali

Intitulée

La rénovation acoustique des logements collectifs – Cas de la cité Champs de Manœuvre, Guelma

Soutenue le : 08/03/2023 Devant le Jury composé de :

Nom et Prénom	Grade		
Mr Alkama Djamel	Pr	Univ. De 8 mai 1945 Guelma	Président
Mrs HARIDI Fatma Zohra	Pr	Univ. De 8 mai 1945 Guelma	Encadreur
Mr Lazri Youcef	Pr	Univ. De 8 mai 1945 Guelma	Examinateur
Mr Zemmouri Noureddine	Pr	Univ. De Biskra	Examinateur
Mr Dechaicha Assoule	Dr	Univ. De 8 mai 1945 Guelma	Examinateur

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciement

Je remercie tout d'abord Allah le tout puissant pour m'avoir donné la volonté et la force d'élaborer ce travail.

Au terme de ce travail de recherche, je tiens à remercier chaleureusement ma directrice de thèse madame HARIDI Fatma Zohra, pour tous ces efforts et sa contribution pour que ce travail de recherche soit achevé convenablement.

Je tiens à remercier également l'ensemble de mes enseignants qui ont contribué à ma formation doctorale durant ces quatre années.

Remerciement spécial à GUILLERMO Rey Gozalo de l'Espagne, à ANDERS Buen de Norvège, à JUDICAËL picaut de la France et à HELMY Sameh de l'Egypt., qui sont des chercheurs et des experts dans le domaine de l'acoustique de bâtiment.

Je profite à dédier ce travail modeste !

À l'esprit de mon grand, mon très cher et regretté père Gharbi qui a toujours voulu que je sois qui je suis aujourd'hui ; et à notre chère regrettée grand-mère Djemaa ;
À ma tendre mère Habiba, puisse ce travail être la consécration de son rêve ;
À ma merveilleuse épouse SAIFI Amel et à mes adorables princesses Maria et Assinet ;
A mes aimables sœurs Ratiba, Rima et Hanene ;

A tous mes amis spécialement CHERIET Alla Eddine, KHIARI Mounir, YAHIAOUI Rostom, BENOTMANE Sedik et BOUADJ Khaoula.

A mes collègues, et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail pourrait être fait, ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

Résumé

La présente étude vise techniquement à appliquer le principe de l'opération de la rénovation acoustique, en essayant sous un angle préventif, d'atténuer les niveaux sonores perçus dans le logement le plus endommagé par le bruit extérieur, au niveau de la cité résidentielle Champs de Manœuvre à Guelma. La méthodologie de recherche a été effectué sur deux phases, dont la première consiste à établir une investigation qualitative par la distribution d'un questionnaire à un échantillon validé de 140 habitants, ainsi qu'à mener une investigation quantitative par des campagnes de mesurage in-situ à l'aide d'un sonomètre digital Triplett 3550 SoniChek PRO et de l'application NoiseCapture installée sur smartphone, afin d'évaluer la situation sonore dans cette cité. La deuxième phase concerne une expérimentation, basée sur un scénario réel de rénovation acoustique du logement le plus affecté par le bruit routier, en appliquant sur place des solutions de remède. Les résultats obtenus ont montré l'ampleur des niveaux sonores reçus dans les bâtiments résidentiels, émis principalement de trafic routier avec un niveau LAeq de 74 dB à la source, et la nécessité d'intervenir avec des solutions réalisables et abordables, au profit de l'habitant qui cherche notamment à maintenir un confort acoustique agréable dans son logement.
Mots-clés : Rénovation acoustique, logement collectif, bruit routier, NoiseCapture, cité de champs de Manœuvre, Guelma.

Abstract

The present study is technically aimed at applying the principle of the acoustic renovation operation, trying from a preventive point of view, to attenuate the noise levels perceived in the dwelling most damaged by outdoor noise, at the Champs de Manœuvre residential estate in Guelma. The research methodology was carried out in two phases, the first of which consisted of a qualitative investigation through the distribution of a questionnaire to a validated sample of 140 inhabitants, as well as a quantitative investigation through in-situ measurement campaigns using a Triplett 3550 SoniChek PRO digital sound level meter and the NoiseCapture application installed on a smartphone, in order to evaluate the noise situation in this housing estate. The second phase concerns an experiment, based on a real scenario of acoustic renovation of the dwelling most affected by road noise, by applying remedial solutions on site. The results obtained showed the extent of the noise levels received in residential buildings, emitted mainly from road traffic with a LAeq level of 74 dB at the source, and the need to intervene with feasible and affordable solutions, for the benefit of the inhabitant who seeks, in particular, to maintain adequate acoustic comfort in his dwelling.
Keywords: Acoustic renovation, collective housing, road noise, NoiseCapture, Champs de Manoeuvre neighbourhood, Guelma.

ملخص

تهدف الدراسة الحالية من الناحية التقنية إلى تطبيق مبدأ عملية التجديد الصوتي، في محاولة من وجهة نظر وقائية، للتخفيف من مستويات الضوضاء في المسكن الأكثر تضرراً بالضوضاء الخارجية، في منطقة Champs de Manœuvre السكنية في قالمة. تم تنفيذ منهجية البحث على مرحلتين، أولهما تألفت من تحقيق نوعي من خلال توزيع استبيان على عينة تم التحقق من صحتها من 140 شخصًا، بالإضافة إلى تحقيق كمي من خلال حملات القياس في الموقع باستخدام مقياس مستوى الصوت الرقمي Triplett SoniCheck Pro وتطبيق NoiseCapture المثبت على هاتف ذكي، من أجل تقييم حالة الضوضاء في هذه المنطقة السكنية. تتعلق المرحلة الثانية بتجربة، بناءً على سيناريو حقيقي للتجديد الصوتي للمسكن الأكثر تأثراً بالضوضاء الخارجية، من خلال تطبيق الحلول العلاجية في الموقع. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها مدى مستويات الضوضاء الواردة في المباني السكنية، المنبعثة بشكل أساسي من حركة المرور على الطرق بمستوى LAeq 74 ديسيبل عند المصدر، والحاجة إلى التدخل بحلول مجدية وبأسعار معقولة، لصالح السكان الذي يسعى، على وجه الخصوص، إلى الحفاظ على الراحة الصوتية الكافية في مسكنه.
الكلمات المفتاحية: التجديد الصوتي، سكن جماعي، ضوضاء الطريق، NoiseCapture، حي Champs de Manoeuvre، قالمة .

TABE DES MATIERES

Liste des figures

Listes des tableaux

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION

Depuis des milliers d'années, les gens sont conscients du lien entre le son et le monde naturel, tant qu'il présente une dimension primordiale de l'existence de l'être humain. La planète était peu habitée, les individus utilisaient leur propre voix et une variété d'équipements de production de sons pour se contacter. Tout au long de l'histoire de l'humanité, le son a joué un rôle important. Les capacités d'écoute étaient cruciales pour la survie des premiers humains, comme ils ne pouvaient détecter les attaquants proches ou les proies potentielles qu'avec leur ouïe, le son était essentiel (Ipsen & Rasmussen, 2008, p 8).

Au fil de temps, l'étude ou bien la science du son est connue sous le nom d'acoustique, bien que Sauveur (1653-1716) semble avoir été le premier à utiliser l'expression "acoustique" pour désigner l'étude du son en 1701, le mot "acoustique" est dérivé du mot grec akouein, qui signifie "entendre" (Rossing, 2014, p 11).

En outre, le développement du concept de l'acoustique a principalement concerné l'aspect architectural et la manière comment le son se propage dans un espace ouvert ou clos. Nous reconnaissons dans l'antiquité les amphithéâtres grecs (figure 1) conçus par des architectes et des spécialistes pour permettre à un grand nombre de public de se trouver dans un espace (ex : les gradins) et d'entendre tout le même son de la scène, dans une expérience sonore optimale. La même réflexion est dénotée dans la conception des cathédrales et des églises (figure 2) qui se fonde sur un temps de réverbération plus long, ce qui donne l'impression de pénétrer dans un espace élevé, vaste, rempli de sérénité.

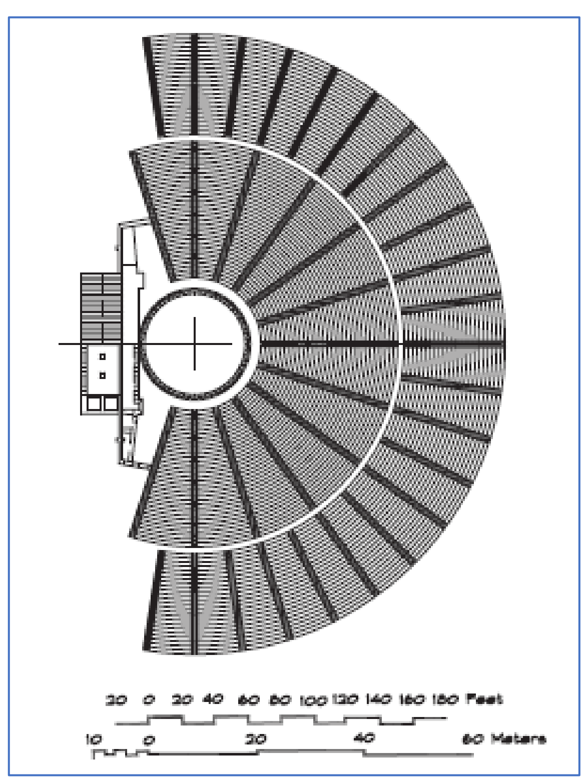


Figure 1 : Ancien amphithéâtre et épidaurus grec. Source : Marshall, 2006

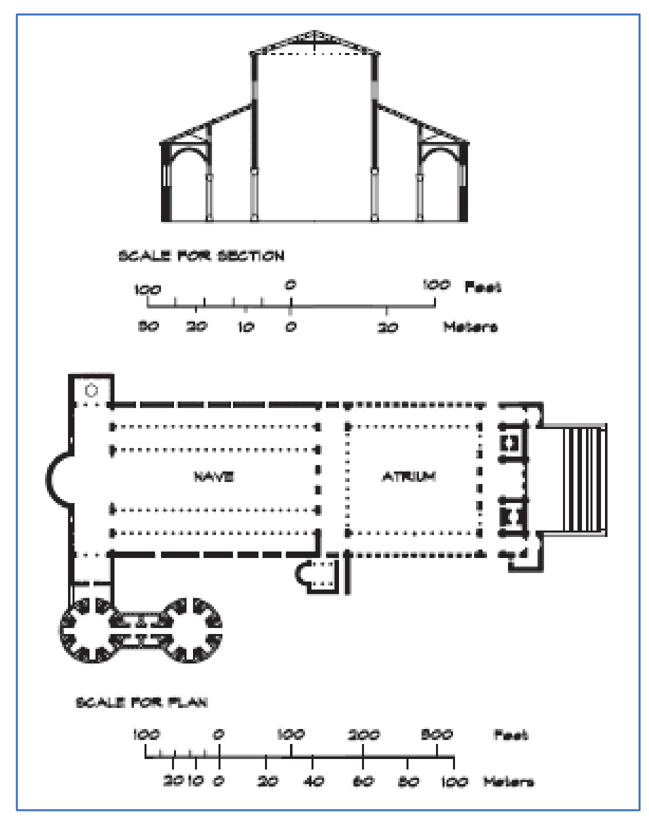


Figure 2 : Basilique de Saint Peter à Rome, Italie. Source : Marshall, 2006

C'est dans cet esprit que les constructeurs, les architectes et les maitres d'ouvrage et même les urbanistes du monde moderne qui sont impliqués aux orientations du développement durable, se concentrent de plus en plus sur une écoute favorisée et à apporter une protection face à un son indésirable (Hamayon, 2008), susceptible de créer une gêne auditive aux usagers, soit dans l'espace urbain ou bien au niveau des bâtiments.

Les études sur le confort acoustique sont de plus en plus répandues aujourd'hui pour évaluer la qualité sonore des bâtiments notamment résidentiels. L'aménagement de l'environnement en ville est l'un des principaux défis auxquels sont confrontées toutes les nations du monde, ce qui explique que les lois et les réglementations en matière de protection de l'environnement contre les nuisances sonores, aient été soigneusement examinées.

En déduction de ces études, la pollution sonore est l'un de ces défis, et comme elle est de nos jours l'une des préoccupations environnementales les plus importantes, les gouvernements ont été obligés de prendre les mesures nécessaires pour contrôler les niveaux de bruit dans un cadre législatif clair et actualisé.

Afin d'examiner l'environnement sonore au niveau de la population, la discipline en plein essor de la recherche en acoustique environnementale fait appel à des avancées technologiques. Cette stratégie propose d'analyser les impacts du son excessive dans la zone, en décrivant les phénomènes acoustiques dans l'espace et dans le temps ainsi que de considérer les zones qui sont les plus susceptibles d'être affectées par un son jugé désagréable et indésirable, connu par « le bruit ».

De plus, l'acoustique environnementale est un champ d'étude émergeant qui exploite ces avancées techniques pour étudier l'environnement sonore à l'échelle d'une population. Cette approche propose une analyse des effets situés du son dans le territoire, ce qui nécessite une

description du phénomène acoustique dans l'espace et dans le temps, ainsi qu'une réflexion sur les éléments du territoire qui sont susceptibles de recevoir le son. L'acoustique environnementale peut favoriser une plus grande objectivation des décisions dans le domaine de la lutte contre le bruit (Quesseveur, 2001).

La recherche en acoustique environnementale est elle-même en pleine évolution. Elle a été fortement influencée par la directive 2002/49/CE (King & Murphy, 2016), qui a imposé en 2002 la production de cartes de bruit pour toutes les villes de plus de 250 000 puis 100 000 habitants dans la Communauté européenne. Cette directive a servi de levier à la recherche opérationnelle appliquée aux zones urbaines, qui a permis d'améliorer les connaissances sur l'exposition des citadins au bruit. L'utilité des cartes acoustiques, même si celle-ci sont produites à l'aide d'un smartphone (Zuo et al., 2016) ; (Abdmouleh & Dahech, 2020) ; (P. Zannin & Sant'Ana, 2011) ; (P. H. T. Zannin et al., 2013), constituent un outil puissant pour diagnostiquer et prendre des décisions concernant un environnement sonore. D'après, les politiques de contrôle du bruit basées sur ce type de cartographie ont été mises en œuvre avec succès dans différents pays.

Cependant, l'approche adoptée pour permettre la conception de cartes dans un délai raisonnable, était basée sur le recensement des principales sources négatives telle que le trafic routier nécessaire pour estimer la distribution spatiale du bruit et la distribution spatiale d'indicateurs énergétiques moyens tels que le LAeq[1] ou le Lden[2]. Cette recherche appliquée s'est d'abord orientée vers des approches très réductrices en termes de description des environnements sonores. Les indicateurs employés très souvent ne prenant pas en compte la structure temporelle des environnements sonores et leur contenu réel en termes de sources sonores axées sur la caractérisation » C'est ce qui rend difficile la rénovation acoustique dans les bâtiments résidentiels existants pour arriver à une évaluation réelle des stratégies de réduction du bruit.

Cependant, en raison de l'urbanisation et de l'industrialisation, l'environnement est excessivement pollué ; et la qualité de vie dans les centres urbains est en recul (Madu et al., 2018). De plus, il a largement aggravé le problème de la pollution sonore au cours des deux derniers siècles, ce qui a par conséquent affecté de jour à autre la dimension sanitaire.

Actuellement, nos vies sont très affectées par le bruit, qui semble être un effet inévitable de la technologie moderne. Des recherches récentes sur la surveillance du bruit et des enquêtes sociales ont montré la nécessité de réduire le bruit. En conséquence, il est désormais reconnu publiquement que le bruit, principalement le bruit dû à la circulation routière, constitue un risque sérieux pour la santé humaine et la qualité de vie (Wang et al., 2007).

Depuis les années 1970, l'Agence Américaine de Protection de l'Environnement (APE) a classé le bruit du trafic routier parmi les principaux polluants du paysage urbain (Bouzir et al., 2017), où il peut provoquer des irritations et des troubles mentales dans la vie quotidienne des citoyens, ainsi que des effets graves sur la santé humaine, entraînant une série de morbidités importantes. Ce type de bruit, selon les recherches médicales et épidémiologiques, est une source majeure d'insatisfaction et d'impacts négatifs sur la santé publique il peut augmenter le

[1] Niveau sonore équivalent continu de pression acoustique à pondération fréquentielle A en décibel est un indicateur qui caractérise l'énergie sonore fluctuée par une source en une période de temps donné.
[2] Niveau du bruit en jour-soir-nuit en décibel utilisé pour exprimer le niveau sonore dans toute la journée.

risque. On peut également citer quelques chiffres réalistes, marquant les différentes conséquences de l'exposition au bruit :

Selon la directive européenne 2002/49/CE, 33% de la population européenne souffre de de l'augmentation des niveaux de bruit dans l'environnement. Environ 56 millions de personnes sont affectées par l'augmentation des niveaux de bruit provenant des routes, 9 millions souffrent du bruit des chemins de fer et environ 1 million sont exposés au bruit de sources industrielles (Butorina et al., 2019).

En 2016, le coût sur la santé face au bruit de transport s'élève à 11,5 milliards d'euros par an en France.

En 2017, à New York « la ville qui ne dort jamais » près de 420 000 plaintes ont été enregistrées contre les nuisances sonores.

En 2018, selon L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), le bruit routier en France présente 68% des bruit émis dans l'environnement.

En 2020, le Centre d'information sur le bruit (CidB) a annoncé lors d'une enquête sociologique menée en période du Covid-19 que près de 83% des français étaient sensibles au bruit environnemental avant le confinement.

En 2021, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a déclaré que près de 2,5 milliards de personnes dans le monde (1 pers/4) souffrira de déficience auditive à degrés divers d'ici à 2050.

En 2022, un cinquième de la population algérienne souffre de troubles auditives à cause des nuisances sonores excessives ; selon un confrère du journaliste M'hamed Rebah chez l'association des journalistes-écrivains pour la nature et l'écologie.

La combinaison intensité-durée d'exposition de l'individu au bruit est liée à la dimension physique du bruit, à cet effet, l'évaluation et le contrôle de l'impact de cette liaison est une nuisance qui perturbe depuis longtemps l'état du bien-être et le développement social. Le système auditif humain, qui est en contact permanent avec ces décibels, trouve la pollution sonore gênante (Hamou et al., 2014), et s'est approuvé dans toutes les recherches scientifiques, médicales et sociales étudiées, l'estimation épidémiologique des effets du bruit ont montré que la cause suprême de maladies graves est la forte intensité sonore perçue.

C'est ce que confirme une étude menée en 2006 dans une entreprise textile d'Oran par le Dr Resk-Kallah et ses collègues du Centre Hospitalier Universitaire (CHU). "Il a été constaté un niveau élevé d'atteinte auditive chez les travailleurs qui risquent d'atteindre, avant leur départ en retraite, le seuil fatidique de perte auditive fixé à 35 dB, seuil à partir duquel on est reconnu comme malentendant", écrivent-ils (Boutaleb, 2012).

Selon le groupe de travail de Williams, suite aux résultats des enquêtes établies en Europe, notamment en Allemagne, il était observé que plus de 75% de la population était gênée par la nuisance sonore due principalement au bruit routier (Williams et al., 1998).

De même, le bruit routier peut augmenter l'hypertension artérielle chez les adultes qui vivent dans des lieux dont le Lday[3] est supérieur à 65 dB. Où il était observé également que le niveau du bruit développe le sentiment de gêne, d'irritation, d'envahissement de l'intimité des d'habitants par le bruit (Bodin et al., 2009).

De ce fait, la libération excessive d'hormones telles que le cortisol ou les catécholamines (adrénaline, dopamine) pourrait avoir des conséquences cardiovasculaires lorsqu'un état de stress est induit par l'exposition au bruit. C'est ce qui a été étudié par (Bigert et al., 2005) sur le cortisol comme marqueur de stress, où il a mis en évidence que les femmes exposées le matin à un niveau de bruit aérien supérieur à 60 dB ont une hausse importante du taux de cortisol dans leurs corps.

Parmi les morbidités importantes que le bruit provoque, on distingue *« les traumatismes sonores aigus (TSA) qui sont des altérations auditives provoquées par une pression acoustique excessive. De plus, les blasts résultant de l'exposition à une onde de souffle. Ainsi que les traumatismes acoustiques résultant d'une exposition habituelle à des bruits continus ou impulsifs. Ainsi que les barotraumatismes résultant de l'exposition à une variation lente de la pression ambiante* » (Bouccara et al., 2006).

Or, d'après l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), il y a également d'autres causes comme l'acouphène, les déficiences auditives, les maux de tête, stress et fatigue, difficulté de concentration, radiopathologie, perturbation du sommeil et parfois des issues des libérations excessives d'hormones tels que le cortisol ou les catécholamines (adrénaline, dopamine) qui ont des conséquences cardiovasculaires (WHO, 2018).

Au travers des recherches-actions récentes concernant le bruit environnemental qui « n'est donc pas qu'une simple nuisance » (Richard Martin et Mathieu Gauthier, 2018) mais un agent polluant sanitaire, environnemental et social de première classe, plusieurs chercheurs dans le domaine médical ont contribué à démonter les effets néfastes des nuisances sonores sur la santé humaine. De même, (Jacques Chatillon, 2011) qui a montré de par sa recherche que lorsque la source du bruit est supprimée, la persistance des symptômes dus aux impacts sonores a été documentée ; les sensations inconfortables peuvent persister pendant un certain temps.

A cet égard, une étude est effectuée sur les atteintes du bruit routier nocturne par rapport à la perturbation du sommeil chez 2660 enfants en Norvège. Les résultats de cette recherche ont dénoté une grande fatigue durant toute la journée chez les enfants exposés et aussi des décrochages scolaires énormes de la plupart d'entre eux (Weyde et al., 2017).

Les déclarations de (Cynthia Mclemore et Alan Coulson, 2018) ont souligné que les sonorités à 50 dB et particulièrement en période nocturne, provoquent des problèmes cardiovasculaires. De plus, les effets de la gêne comprennent le mécontentement privé, les plaintes publiques auprès des autorités, et les effets négatifs sur la santé mentionnés précédemment. Étant donné que la gêne peut être plus qu'une petite irritation, elle décrit un déclin significatif de la qualité de vie, qui correspond à un déclin de la santé et du bien-être (Jariwala et al., 2017).

Pour (Sarah Mahdjoub-Assaad, 2018) qui a élaboré une étude diagnostique à Lyon sur les effets du bruit de la circulation routière sur la santé, dans la conclusion de sa recherche, il a indiqué que le bruit de transportation n'est plus une question de qualité de vie mais c'est un

[3] Lday : niveau sonore du jour (Day) en dB.

problème de santé environnementale et que le risque de l'hypertension artérielle en relation avec le bruit des transports donne un risque relatif (RR) de 1,10 pour 5 dB(A) d'augmentation du bruit.

L'équipe scientifique de Sørensen a élaboré une étude d'investigation sur 29875 femmes âgées de 50 à 64 ans en Danemark, où ils ont relié le sommeil à courte durée, causée principalement par l'exposition au bruit routier, avec l'augmentation du risque d'avoir du cancer de sein par la suppression de la mélatonine, suivie d'une augmentation de la production d'œstrogènes, d'une croissance tumorale accrue et d'une réduction de la réparation de l'ADN (Mette et al., 2013).

En Algérie, le bruit reste un facteur important d'instabilité urbaine. Les lieux publics, notamment les places, les jardins, ainsi que les terrasses de café et même les balcons des habitations, sont perturbés par la pollution sonore. La déclaration de la Constitution de l'état Algérien sur le droit à un environnement sain, qui inclut le confort sonore et le silence, ne reflète pas la vie quotidienne. Il en résulte des travaux de construction sur la voie publique, l'usage impoli du klaxon ou de la radio par les conducteurs, des motos et des voitures en circulation dont le système d'échappement est silencieux ou modifié, des explosions de pétards et d'engins pyrotechniques, des divertissements par haut-parleurs ou des publicités commerciales. Le bruit est constant, ce qui est contraire à la loi, même la nuit. Cela inclut les places, les jardins et les squares (Rebah, 2022).

Le bruit est l'une des principales plaintes du public dans les villes métropolitaines Algériennes, comme à Guelma où le paysage sonore urbain et au voisinage des bâtiments résidentiels subi des variations d'exposition à des nuisances sonores élevées, dépassant les seuils recommandés que ce soit par les lois internationales soit par la réglementation nationale à 55 dB le jour et à 45 dB la nuit (Seong et al., 2011). Le dépassement de ces seuils de bruit engendre une dégradation du cadre de vie du citoyen. C'est aussi une atteinte au confort auditif, même à l'intérieur des logements, qui est un espace demandant des conditions d'écoute favorables par rapport au monde extérieur.

Relativement, les attentes des habitants concernant leur environnement sonore sont beaucoup plus élevées que par le passé, le désir d'habiter sainement dans un habitat confortable est devenu la préoccupation première de la plupart des habitants des cités résidentielles collectives telle la cité du Champ de Manœuvre à Guelma. Ce désir d'une meilleure qualité environnementale nécessite d'intensifier les efforts de la lutte contre le bruit à l'aide des moyens techniques de caractérisation des environnements sonores qui évoluent rapidement.

Face à ce constat, notre vision globale dans cette thèse, concerne les solutions de lutte contre le bruit extérieur, appliquées au sein des bâtiments à usage d'habitation pour offrir un environnement sonore intérieur sain et adéquat aux habitants, où cette application repose sur des référentiels réglementaires et techniques internationales et Algériens, relatifs au contrôle du bruit.

La totalité de ce travail de thèse a une importance remarquable pour savoir comment arriver à essayer de réduire le bruit à des seuils admis, où nous tenterons à travers cette étude, de comprendre le problème sonore survenu, de déterminer dans un premier lieu la source sonore la plus dominantes au niveau du cas d'étude choisi, puis sa fréquence de déroulement, ainsi que d'indiquer le degré endommagement par l'habitant qui reflète sa sensibilité acoustique, et en

deuxième lieu, de penser à comment faire au minima pour atténuer et alléger la gravité de ce fléau par des moyens accessible en matière de faisabilité et de financement.

Autant de questions nécessitent d'être posées et traitées dans ce sujet afin d'enlever le secret de lutte et de contrôle du bruit dans un logement collectif.

PROBLEMATIQUE

L'acoustique de bâtiment représente une discipline complexe et exigeante qui se fonde sur trois piliers : une bonne conception architecturale, des matériaux constructifs performants et une mise en œuvre soignée, si l'un de ces piliers manque, alors il en aura des défaillances en termes de la transmission des bruits de l'extérieur à l'intérieur.

Par conséquent, il est important de discuter la qualité sonore du lieu habité, en fonction de la manière dont elle affecte le bien-être sonore de l'habitant dans un contexte environnemental, économique et socio-culturel, car les mesures de lutte contre la pollution sonore est devenue une source de préoccupation dans presque tous les pays du monde. C'est dans ce sens que la performance acoustique d'un logement face au bruit devient cruciale lorsqu'il s'agit de prendre en compte les conditions de confort global dans les logements collectifs avec d'autres éléments, notamment ceux liés aux conditions sociales et sanitaires (Gramez et al., 2021).

Après les années 1960, l'Algérie a été confrontée à un déséquilibre socio-économique, démographique et politique qui a nécessité de nombreuses formes d'assistance, reflété dès les années 1980 sur le logement et sa qualité. Puis, la préoccupation du secteur public après les années 1990 était de maintenir l'harmonie sociale en répondant aux besoins des habitants comme la santé, l'éducation, l'emploi, le logement, etc. (Kamir & Roza, 2017).

Pas mal de facteurs clés telles que l'exode rural, l'augmentation de la population et les réformes sociales, ont exacerbé la crise du logement (production en masse sans qualité), la situation générale dans le secteur de construction du logement est devenue difficile dans la nation. Le manque d'espace disponible dans les régions du nord du pays, la hausse des loyers et le monopole du secteur public en matière de gestion (approvisionnement, financement, distribution, etc.) n'ont pas permis d'atteindre les objectifs fixés pour résoudre ce problème (Zerrouki & Tabet Aoul, 2015). Malheureusement, le marché du logement reste encore le premier problème des Algériens. Sa situation n'en est pas moins désastreuse, malgré les énormes ressources budgétaires régulièrement utilisées pour en atténuer la gravité et les progrès évidents réalisés dans la satisfaction de ce besoin social, notamment au cours de la dernière décennie.

Les initiatives des organismes publics sur la construction des projets d'habitation au cours des vingt dernières années visent à promouvoir l'accès de tous à un logement adéquat et respectable, en mettant l'accent sur les ménages à faible revenu. En raison de la demande importante pour ce type d'accès au logement, un coffrage tunnel en béton armé ordinaire a été mis au point et utilisé comme système constructif pour construire des lotissements typiques sur les extensions urbaines extérieures. Étant donné qu'il existe des risques sismiques importants dans un certain nombre de régions du pays, le choix de ce type de coffrage présente une grande résistance aux sollicitations sismiques, peut être justifié (Gramez et al., 2021).

Même pour les types des parois de remplissage les plus connus sont ceux réalisés principalement en briques rouges creuses, connues pour leur légèreté et leur adaptabilité, l'isolation acoustique de ces logements restent insuffisante voir faible vis-à-vis le bruit, particulièrement en l'absence d'une réglementation nationale détaillée et appliquée rigoureusement par tous les acteurs impliqués dans la construction.

Dans le contexte de l'Algérie, et plus précisément à la ville de Guelma où s'est déroulée notre recherche, un nombre très faible des études scientifiques abordent le sujet de lutte et de contrôle de la pollution sonore, ainsi qu'aucune étude locale n'a malheureusement été réalisée à ce jour sur la thématique de la rénovation acoustique du logement collectif face au bruit routier. Relativement, il y a un grand nombre de personnes qui se plaignent de nuisances sonores (tant extérieures qu'intérieures) dans leurs logements en raison des niveaux de bruit extérieur élevé causé principalement par la circulation routière, et également à la mauvaise performance acoustique du bâtiment.

Malgré l'existence d'une réglementation algérienne en matière d'acoustique depuis 1964, composée des lois, des arrêtés, des décrets et d'un document technique et réglementaire (DTR) élaboré par le Centre National d'Études et de Recherches Intégrées du Bâtiments (CNERIB), le principe fondamental abordé dans le contenu des articles de la réglementation nationale est d'assurer la tranquillité et le confort acoustique agréable pour les habitants, face aux nuisances sonores, en fixant des seuils maximaux à respecter durant la période diurne et nocturne.

Dans cette recherche, nous nous sommes focalisons sur la lutte contre la pollution sonore et le contrôle des niveaux de bruit, perçu au niveau de l'environnement sonore extérieur et intérieur de la cité résidentielle Champs de manœuvre à Guelma, choisie comme cas d'étude, où le développement des deux parties du cadre de ce travail est basé sur deux questions fondamentales suivantes :

1. En s'inspirant des actions récentes au niveau international pour atténuer le bruit et optimiser les performances acoustiques du logement, l'état Algérien aujourd'hui à travers la réglementation nationale :
   - ⇨ Comment arrive-t-il à maitriser efficacement le problème des nuisances sonores et comment offre-t-il le confort acoustique adéquat à l'habitant ?

2. Sous la lumière des réglementations, des normes et des directives des documents techniques internationaux et nationaux relatifs à l'atténuation de bruit aérien :
   - ⇨ Comment procéder à l'optimisation des performances acoustiques d'un logement collectif lors d'une opération de rénovation acoustique vis-à-vis le bruit routier ? et comment l'environnement sonore se présente-t-il au sein de la cité résidentielle Champs de Manoeuvre à Guelma ?

L'hypothèse de la première question fondamentale prédit que :

Supposons que les seuils sonores sont à des niveaux de bruit élevés dans **l'habitat**, il est possible d'avoir un confort acoustique adéquat, à travers l'application des codes de constructions, les règlementations, les normes et les directives de façon permanente, suivant deux angles qui sont l'angle **<u>pénal</u>** et l'angle **<u>préventif.</u>**

L'hypothèse de la deuxième question fondamentale prédit que :

L'optimisation des performances acoustiques d'un logement face au bruit routier via une opération de rénovation est réalisable suivant un processus technique, visant l'augmentation de niveaux d'isolation acoustique des éléments de façade. De plus, l'environnement sonore au sein de la cité résidentielle Champs de Manoeuvre à Guelma semble de subir des niveaux élevés du bruit, dépassant les seuils admis dans la réglementation en vigueur, et qui nuit à la qualité de vie des habitants, provoquant des effets négatifs, suite à de nombreux facteurs.

OBJECTIFS DE RECHERCHE

Les objectifs à atteindre derrière cette étude visent à :

- Lutter contre la pollution sonore en Algérie et à la ville de Guelma à travers la prévention d'émission sonore.
- Promouvoir l'application de la réglementation acoustique nationale.
- Prendre en considération les zones bruyantes à partir de l'emploi des cartes stratégiques de bruit.
- Optimiser le confort acoustique des logements existants à l'aide des opérations de rénovation via des solutions de remède, réalisables et efficaces.

METHODOLOGIE ET STRUCTURE DE LA THESE

L'essentiel de cette étude est fondé sur la recherche scientifique inscrite au cadre du développement durable. Afin d'aboutir à affirmer les hypothèses supposées et à atteindre les objectifs anticipés dans ce travail, nous avons adopté pour la première phase, une méthodologie mixte ; entre approche qualitative et quantitative, appliquées sur terrain, sous forme des enquêtes sociales ainsi que des compagnes de mesurage acoustique extérieur et intérieur.

En se basant sur les résultats obtenus de cette phase, la méthodologie expérimentale est adoptée pour entamer la deuxième phase, qui début par la sélection des logements susceptibles d'être les plus exposés aux nuisances sonores extérieures, et d'appliquer concrètement par la suite, des solutions de remèdes. L'établissement de cette étude a nécessité d'utiliser plusieurs outils et instruments tout le long de ce travail comme les appareils de mesure (sonomètre et application sur smartphone), les interviews et les questionnaires, ainsi que l'emploi des outils informatiques comme les logiciels.

Dans cette thèse de doctorat, nous avons abordés le thème de la rénovation acoustique des logements collectifs d'une manière technique et hiérarchisée, reflétée même sur la division des chapitres de la thèse. En premier lieu, le contenu de la thèse est divisé en trois parties essentielles, dont chaque partie se compose de trois chapitres successifs.

La première partie intitulée « Référentiel théorique sur l'habitat et l'acoustique » contient le premier chapitre qui concerne l'habitat en Algérie et les défis possibles qu'il fait face, comme étant ce dernier représente l'objet de cette étude.

Le chapitre suivant traite les notions de base sur l'acoustique de bâtiment et le détail de l'opération de remède à appliquer lors d'un traitement acoustique.

Le troisième chapitre présente les différentes réglementations impliquées à la lutte et le contrôle du bruit, à l'échelle mondiale et à l'échelle nationale.

La finalité de cette première partie nous aide à passer vers la partie suivante, avec un fondement théorique suffisant qui permet d'entamer le travail de terrain d'une façon conventionnelle.

Le deuxième partie intitulée « Analyse perspective des nuisances sonores in-situ » concerne le travail de terrain relatif au cas d'étude choisi. Elle contient également trois chapitres cohérents.

Le premier chapitre de cette deuxième partie vise une présentation générale du cas d'étude, ainsi qu'à la justification de choix.

Le deuxième chapitre contient l'investigation sur terrain, à travers l'évaluation qualitative sous forme des enquêtes sociales, auprès des habitants.

Le dernier chapitre contient l'investigation sur terrain à travers l'évaluation quantitative, traduit sous forme des campagnes de mesurage acoustique suivant un protocole bien défini.

La dernière partie intitulée « Résultats et discussion des testabilités acoustiques » incorpore le premier chapitre concerné par l'analyse de des résultats aboutis lors des investigations qualitatives (enquêtes sociales), en les traduisant sous forme de graphs représentatifs.

Le deuxième chapitre concerne la l'analyse de des résultats aboutis lors des investigations quantitatives, relevés depuis les campagnes de mesurage extérieures et intérieures, en les développant sous forme de spectres sonores représentatifs.

Le dernier chapitre englobe la présentation d'un scénario réel de l'opération de la rénovation acoustique, appliquée expérimentalement dans le logement le plus endommagé par le bruit, en donnant les résultats pré et post-rénovation. La validation de ces résultats est renforcée par la prédiction des performances acoustiques des éléments séparatifs (mur extérieur, fenêtre et plancher), à travers l'utilisation du logiciel INSUL : Noise Insulation Prediction Software.

Finalement, nous avons achevé ce travail de recherche par une conclusion générale qui englobe tous les résultats obtenus, ainsi que les nouvelles perspectives que cette étude ouvre dans les futures recherches.

ETAT DE L'ART

Afin de d'enrichir et de renforcer notre axe de recherche, de nombreuses études antérieures comblées par la présente étude, ont abordé la question du contrôle de la pollution sonore, en particulier au niveau des bâtiments résidentiels, par le biais du processus de rénovation acoustique, et l'ont traitée sous différents angles. Cette étude passera en revue un certain nombre d'études expédientes, classées en fonction des variables de recherche où se dégagent leurs points communs, ce qui permettra par la suite d'identifier l'écart scientifique lié à cette étude. Nous tenons à souligner également que les études qui seront passées en revue, ont été réalisées entre 2001 et 2023, ce qui indique leur pertinence, diversité temporelle et géographique.

Dès lors, nous citons quelques études pionnières algériennes et étrangères, menées dans ce domaine de recherche, comme :

(Belayat, 2009) ; (Gramez et al., 2021) ; (Gramez, 2010) ; (Hamou et al., 2014) ; (Bouzir et al., 2017) ; (Bouzir et al., 2018) ; (Bouzir et al., 2022) ; (Boulemaredj & Haridi, 2022) ;

(Kohil, 2021) ; (Bakkel, 2022) ; (Kebahoum, 2019) ; (Tadeu & Mateus, 2001) ; (King & Murphy, 2016) ; (Faulkner & Murphy, 2022) ; (Murphy & King, 2016) ; (Kurra, 2010) ; (Kurra & Dal, 2012) ; (Alonso et al., 2020) ; (Alonso et al., 2021) ; (Meisser, 1974) ; (Hamayon, 2008) ; (Weyde et al., 2017) ; (Schade, 2003) ; (Garg et al., 2011) ; (Garg et al., 2012) ; (Madu et al., 2018) ; (Singh et al., 2018) ; (Bluhm et al., 2004) ; (Bluhm & Eriksson, 2011) ; (Hammer et al., 2014) ; (Benliay et al., 2019) ; (Papadimitriou et al., 2020) ; (Barrigón Morillas et al., 2005) ; (P. Zannin & Sant'Ana, 2011) ; (P. Zannin et al., 2019) ; (P. Zannin & Ferraz, 2016) ; (Barrigón Morillas et al., 2002) ; (Buratti et al., 2010) ; (Kusuma et al., 2015) ; (Casini et al., 2016) ; (Begou et al., 2020) ; (Association of Noise Consultants, 2020) ; (Quirt, 1982) ; (Quintero et al., 2019) ; (Miskinis et al., 2016) ; (Tadeu & Mateus, 2001) ; (Tsukamoto et al., 2021) ; (Scamoni & Scrosati, 2014) ; (Monteiro et al., 2012) ; (Torresin et al., 2020) ; (Casini et al., 2016) ; (Pronello & Camusso, 2012) ; (Picaut et al., 2021) ; (Bocher et al., 2017) ; (Roy, 2022) ; (Agency, 2020) ; (WHO, 2018) ; (Cambridge et al., 2020) ; (Montes González et al., 2023).

La lecture approfondie et critique de toutes ces études scientifiques et autres documents techniques et manuscrits gouvernementaux, nous a poussé à former un curseur à suivre pour diriger la problématique posée, d'une manière pertinente concentrée sur l'actualité des travaux scientifiques précédents. Et aussi pour cerner l'aspect technique, qui ouvre le débat aux solutions efficaces et réalisables, dans une contribution appliquée à un nouveau contexte, spécifique au cas d'étude choisi.

La réalisation d'une synthèse de cette documentation bibliographique nous a permis également d'identifier les mots-clés relatifs au sujet de recherche abordé, de bien comprendre l'enjeu de la pollution sonore, la propagation du bruit dans l'environnement et les méthodes à employer pour l'atténuer aux seuils acceptables, afin d'obtenir un confort auditif agréable.

Il convient de noter aussi, que la plupart de ces études susmentionnées s'accordent sur un objectif commun et un résultat unifié, à savoir la nécessité de lutter contre la pollution sonore et de réduire les niveaux de bruit à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments résidentiels, dans les limites stipulées par les lois internationales et nationales. Ils ont convenu d'appliquer les solutions faisables à des échantillons de la population ciblée, par l'application de la méthodologie d'enquête, qui comprend l'utilisation d'outils de collecte de données par le biais d'approches quantitatives et qualitatives.

Certaines de ces études se sont concentrées sur la méthodologie expérimentale, qui implique la conduite d'opérations techniques utilisant des matériaux insonorisant, dont les performances d'isolation acoustique ont été évaluées, soit dans un laboratoire scientifique, soit directement sur le terrain, en comparant leurs performances acoustiques dans de nombreux cas.

En examinant les points de convergence et les divergences entre les études antérieures mentionnées ci-dessus, nous soulignons que notre étude est cohérente avec elles dans son thème principal et ses objectifs généraux. Mais qu'elle s'en distingue par certains aspects, qui indiquent l'écart scientifique de recherche « Research Gap » abordé, à savoir :

- Cette étude a établi un lien entre le problème de recherche et les variables contemporaines dans le domaine de l'acoustique.

- Cette étude a employé la méthodologie descriptive à travers deux approches de recherche, l'approche qualitative et l'approche quantitative, afin d'obtenir une image claire du problème étudié.
- Cette étude a également employé la méthodologie expérimentale dans l'aspect technique en comparant les détails des solutions proposées avant et après le processus technique.
- Cette étude a été limitée à une population de recherche exhaustive avec un échantillon valide de 140 sur 190, sélectionné sur une base géographique, relative à la source sonore.
- Les outils utilisés dans cette étude étaient variés, comme l'utilisation d'un appareil digital (sonomètre) pour afficher les niveaux sonores, en plus d'une application installée sur smartphone, qui est une application importante, développée par des groupes scientifiques étrangers pour collecter davantage de données, vu le manque de l'acquisition d'un matériel scientifique avancé.
- Cette étude peut être considérée comme la première étude scientifique appliquée à la ville de Guelma et en particulier à la zone résidentielle choisie comme cas d'étude.

PARTIE 1 : *REFERENTIEL THEORIQUE SUR L'HABITAT ET L'ACOUSTIQUE*

CHAPITRE I. L'habitat en Algérie

Introduction

Construire, c'est abriter, et abriter, c'est renforcer et consolider. Afin d'offrir aux usagers une meilleure qualité de vie et de satisfaire leurs exigences, un bâtiment construit selon les normes techniques et les principes de conception reconnus, doit faire l'objet d'un contrôle et d'un entretien permanents (appropriation, sécurité, confort, services, etc.).

Dans ce premier chapitre, une présentation générale sur la notion de l'habitat, sera abordé, plus précisément sur l'habitat en Algérie, et les défis modernes qu'il fait face.

1. L'habitat

Se loger aujourd'hui dans un environnement constitue souvent un problème pour le mot « habitat » dans son sens le plus large, car l'habitat fait partie de celle du milieu humain. Au-delà dans la mesure où sa biodiversité est respectée du point de vue du confort sonore.

Or, la création d'une "charte de l'habitat" était un autre objectif du 9ème Congrès international d'architecture moderne (C.I.A.M.), qui s'est réuni en 1955 à Aix-en-Provence. Après de longs débats, l'habitat était considéré comme une habitation entière, comprenant "la maison" et toutes les "extensions" (CANDILIS & PIGANIOL, s. d.).

Le mot "habitat" a été défini en 1958 par HEIDEGGER, pour inclure un certain nombre de comportements en plus du logement, y compris la construction, la culture, la résidence, le logement, et plus encore.

L'habitat est donc une totalité socialement organisée. Il n'est pas seulement un toit-abri, une maison ou une habitation, comme l'indique le compendium Universalis en 2002. Grâce à lui, l'homme peut assouvir ses besoins physiques, spirituels et émotionnels, et il le protège des influences extérieures dangereuses. Elle garantit sa croissance essentielle, ses expressions de vie qu'elles soient sociale ou culturelle. Elle préserve sa vie individuelle et familiale.

En somme, si l'habitation a toujours un lien avec le caractère familial, l'habitat est ce qui relie à la composante communautaire.

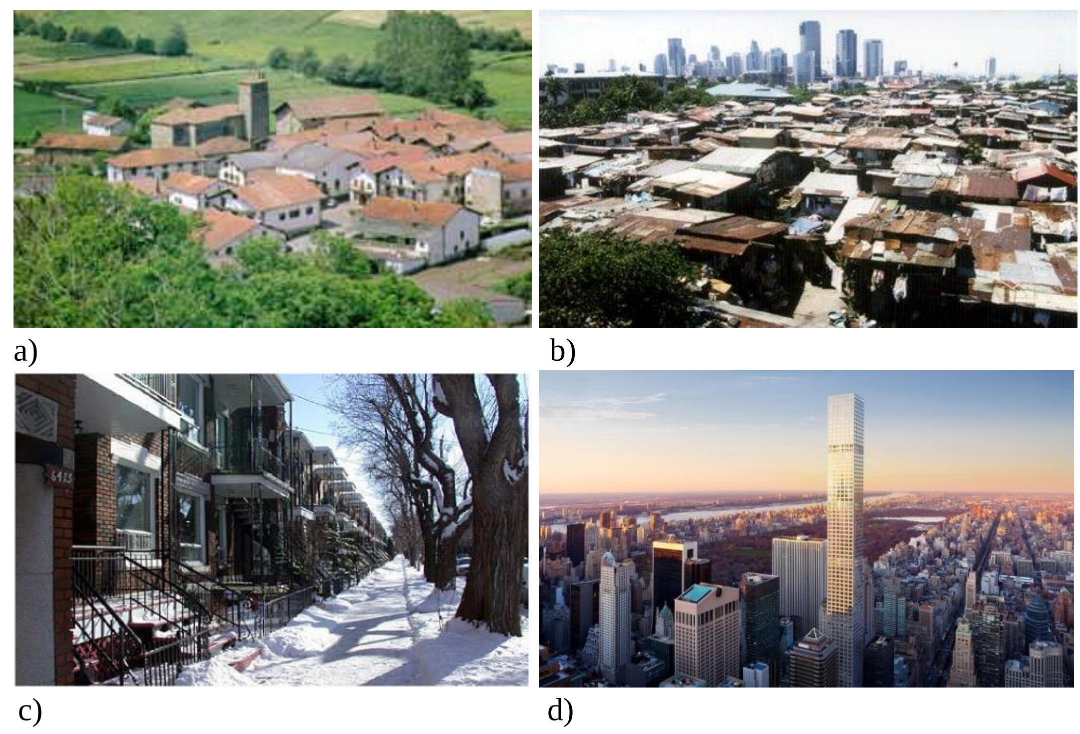
1.1.Formes de regroupement de l'habitat

Rappelons que le terme "forme d'habitat" décrit un ensemble de nombreuses spécificités (historiques, géographiques, sociales, architecturales, etc.) qui définissent une maison et l'environnement dans lequel les gens vivent. Dans le passé, il existait deux principales formes d'habitat, classées en fonction de leur conception.

L'habitat dispersé qui comprend les huttes et les cabanes rustiques, les maisons rustiques faites de matériaux semi-durs, ainsi que les fermes et les villas rurales de l'époque romaine et du Moyen Âge.

Les bastides et les communautés médiévales sont deux exemples d'habitat collectif ou groupé qui se sont développés différemment de la forme unitaire de l'édifice (villages fortifiés).

D'autres variétés d'habitat, telles que la forme rurale, la forme suburbaine, la forme urbaine et la forme panoramique, ont évolué en fonction de l'évolution des modes de vie et des exigences des occupants (figure 3).



a) b)

c) d)

Figure 3 : Formes d'habitat, a) rurale, b) banlieue, c) urbaine, d) panoramique (Google.com, 2021)

1.2.Typologie de l'habitat à Guelma, Algérie

La recherche sur la typologie des logements algériens a démontré que l'aspect social est largement pris en compte dans la pratique de production. Dans ce qui suit, nous présentons d'une manière brève les différentes typologies de l'habitat en Algérie, spécifiquement à la ville de Guelma, dans le but de prendre une vision globale sur la diversité des types d'habitat dans cette ville historique, où on surligne également la localisation prédominante des habitants.

1.2.1. L'habitat traditionnel

L'habitat traditionnel présente un témoignage du passé vécu et la diversité de culture et de mode de vie des habitants, transmis en une génération à l'autre. Il n'est pas uniquement un abri, c'est le reflet de la culture de chaque peuple. Il est encore en symbiose avec le climat, les techniques de construction, les matériaux et le mode de vie. Il est souvent conçu selon les croyances propres à chaque culture.

L'espace de la maison traditionnelle est l'inscription d'une spiritualité et d'une symbolique, en rapport avec la culture et la vie sociale. Le cadre de cet espace est produit et construit avec des matériaux locaux. Elle s'organise autour d'un espace vide, appelé la cour « wast dar » ouverte vers le ciel, offrant un éclairage et ventilation naturelle. Autour de cette cour, se trouvent les chambres l'une juxtaposée à l'autre, construites en mur porteur lourd, dotées d'une galerie, et qui consacrent le système introverti et qui gardent l'esprit du groupe.

Vers l'extérieur, se situe l'entrée, appelée « Skifa » qui désigne un espace de séparation et de transition entre l'extérieur et l'intérieur (sorte d'un filtre), généralement s'est faite en chicane pour marquer l'intimité par rapport au voisinage.

Ainsi, l'habitat traditionnel se caractérise par son existence dans un tissu urbain compact avec un système viaire assez compliqué : des rues profondes et étroites, des ruelles et des impasses favorisant les zones d'ombre et hiérarchisations de l'extérieur vers l'intérieur.

A la ville de Guelma, l’habitat traditionnel a joué un rôle important dans la phase de l’évolution urbaine de la ville entre la période coloniale et après l’indépendance.

Ce type d’habitat occupe la partie nord-ouest du centre-ville (présenté en cadrage jaune dans la figure 4).

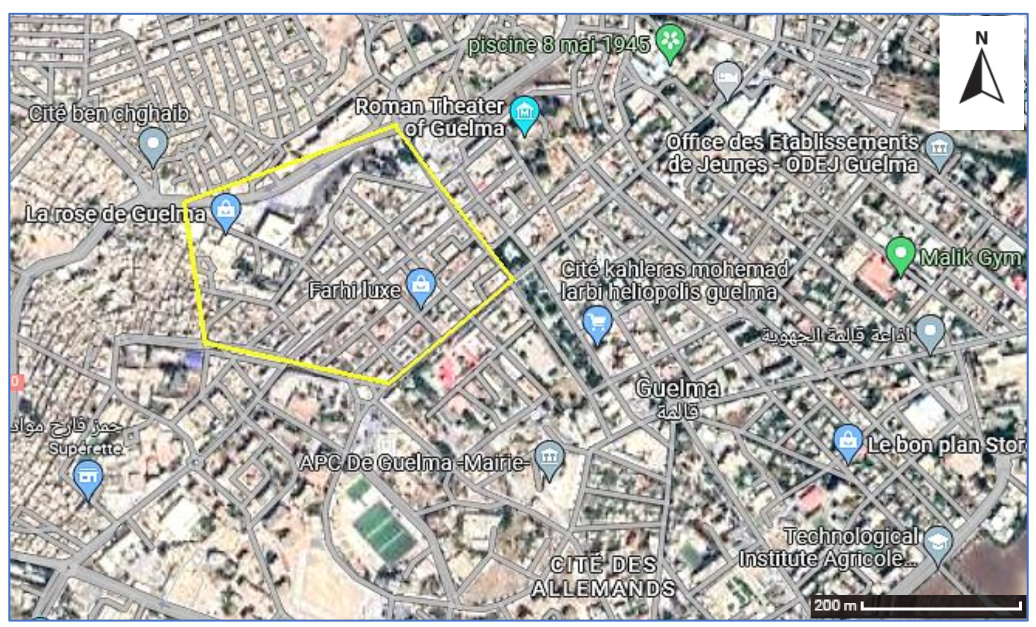


Figure 4 : Carte de situation de l'habitat traditionnel à Guelma. Source : Google maps, 2022

Nous citons ci-après un exemple de dar Bouramana qui est une habitation traditionnelle qui se situe au fond du quartier de Bab Soug au centre-ville de Guelma, où elle donne vers le sud, sur la rue d’Anouna et la rue Mohamed Debabi (figure 5).

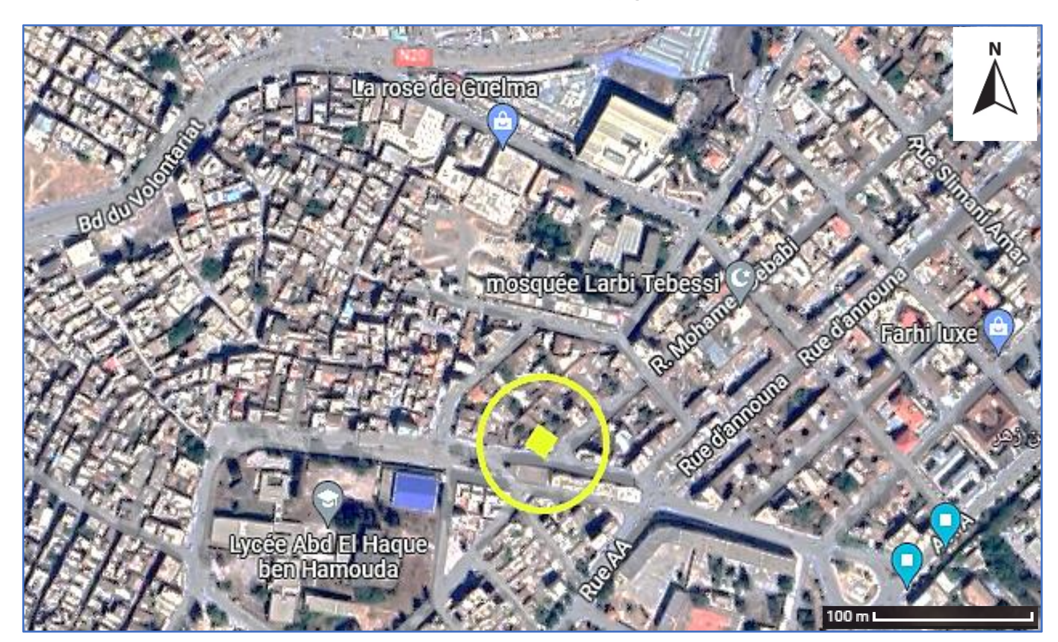


Figure 5 : Carte de situation de dar bouramana. Source : Google maps, 2022

La maison dar Bouramana est dotée d’un seul niveau (RDC), où la cour centrale occupe une surface de 52 m², encerclée par cinq chambres, trois garages et la cuisine qui est partagée en deux espaces : espace de stockage « makhzen » et l’espace de préparation (figure 6).

L'entrée par la Skifa occupe le centre de la façade principale de cette maison, créant par la suite un espace intermédiaire entre l'extérieur et l'intérieur.

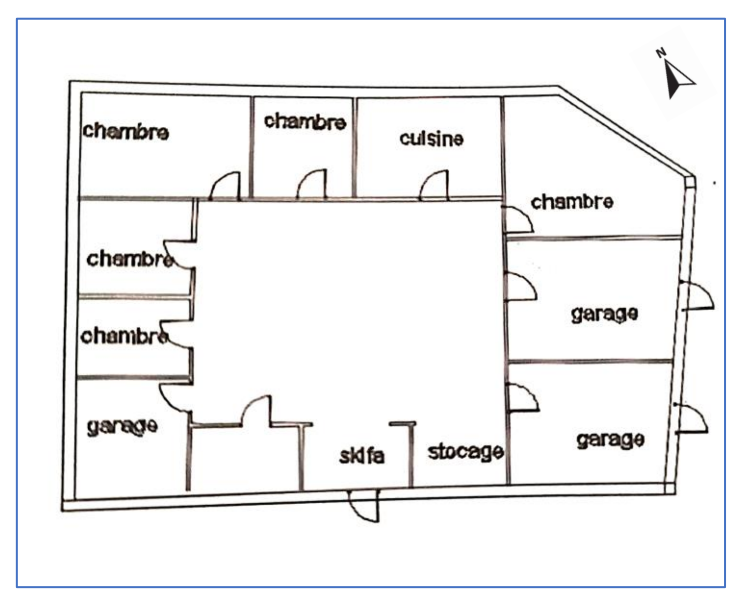


Figure 6 : Vue en plan de Dar Bouramana. Source : Auteur, 2022

1.2.2. L'habitat pavillonnaire colonial

La présence française dans la région de Guelma commença en 1837. En étudiant les villes françaises ou les zones urbaines fondées pour occuper les colons en Algérie, on trouve certains principes architecturaux que les concepteurs suivent dans la plupart de leurs projets. Parmi ces principes il y a la régularité du tracé qui recouvre le concept de la symétrie et l'égalité des formes géométriques avec un plan de ville en damier. Aussi, nous retrouvons le traitement des relations entre les différents espaces et quartiers suivant le type d'usagers : militaire, civils, indigènes, arabes. En outre, on dénote une importance donnée aux espaces publics aménagés qui favorisent l'esprit de la communauté et la rencontre.

A la ville de Guelma, l'habitat pavillonnaire colonial a marqué sa place dans la phase de l'évolution urbaine de la ville. Ce type d'habitat occupe la partie nord-est du centre-ville (figure 7). Implanté sur une topographie presque plane, la division des parcelles s'est faite d'une

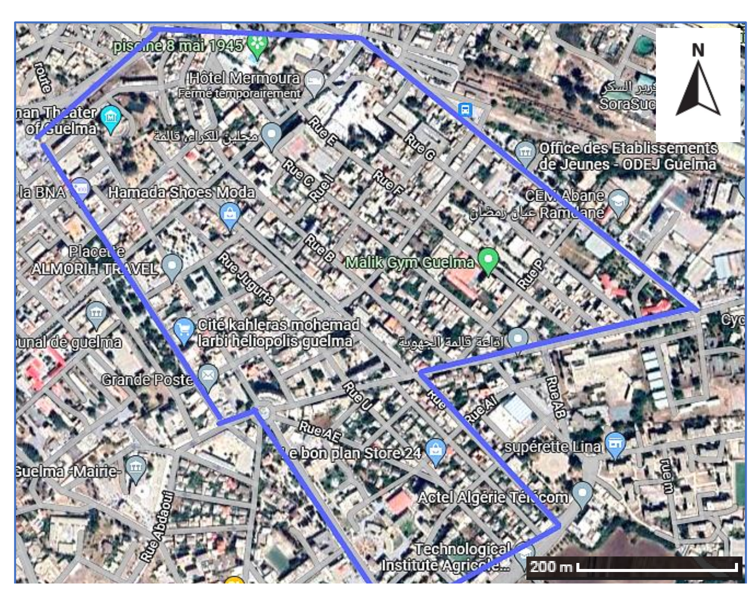


Figure 7 : Carte de situation de l'habitat pavillonnaire colonial à Guelma. Source : Google maps, 2022)

manière régulière et hiérarchisée avec un tracé orthogonal, ce qui est reflété sur la trame viaire qui va des rues principales à des rues secondaires.

L'environnement bâti dans cette zone respecte la linéarité avec la route, ce qui donne une façade urbaine caractérisée par l'harmonie des volumes homogènes des habitations construites tout le long de la route, donnant l'image de l'horizontalité.

De plus, au niveau des caractéristiques architecturales pour les édifices à usage d'habitation, la commission responsable à la construction en 1844 a fixée quelques critères à suivre sous le système d'extraverti, comme l'implantation de ce type d'habitations au centre-ville vu la position stratégique, l'utilisation des matériaux locaux, la hauteur maximale des bâtiments (12m), des maisons individuelles de trois niveaux au max (rdc, R+1, R+2) et des toits en pente, le respect du rapport entre le plein et le vide et l'alignement avec la rue.

1.2.3. L'habitat individuel spontané

Le terme "Spontané" est défini comme "une action que l'on entreprend de son plein gré, sans y être contraint ou forcé" ou "agir sans réflexion, sans arrière-pensée et sur l'impulsion de ses premières sensations".

Dans les pays en développement, les populations à faibles revenus ont évolué vers l'habitat spontané comme une sorte d'urbanisation permise. Les zones d'habitat spontané présentent une densité très élevée et qui ont été construites sans services publics et sans infrastructures. Le phénomène d'implantation de l'habitat spontanée est un phénomène qui s'est développé de manière organique, c'est-à-dire sans intervention délibérée ou autorisée de l'État (illicite), où l'édifice est produit par son propriétaire de manière naturelle et sur un terrain vide ou privé, en dehors des réglementations urbaines, à cause de la nécessité d'un abri ou d'un logement.

Dans son étude sur les favelas de Rio de Janeiro, (DRUMMOND, 1981) a définie l'habitat spontané comme un ensemble de maisons à forte densité construites de manière désordonnée avec des matériaux de mauvaise qualité, sans équipements publics et sur des terrains utilisés illégalement sans l'accord du propriétaire.

L'apparition de l'habitat auto-construit en Algérie c'était dans les années 1970 suite à la crise de logement démontré à travers un décalage entre l'offre et la demande de logement émise par la population urbaine. Cela pouvait être expliqué par le manque des documents d'urbanisme à l'époque, l'émergence de l'exode rural, la faible maîtrise du foncier et les exigences difficiles de la propriété privé.

Ce type d'habitat est le résultat de la dynamique urbaine de la ville de Guelma et a été créé par la population locale. Il est situé à proximité du centre-ville, dans la partie nord-ouest de la ville, et occupe une partie importante du tissu urbain, échappant à toutes les règles de l'urbanisme tout en étant situé sur un site topographique difficile.

Cette zone (délimitée en rouge en figure 8), qui comprennent la cité Fendjel, Bourara, Bencheghieb, Hadj Mbarek, Ain Defla et Ben Berkane, n'ont pas de système routier hiérarchisé et se distinguent par leurs minuscules ruelles, qui sont généralement utilisées comme zones piétonnes. Des ruelles qui sont fréquemment utilisées comme lieux de promenade.

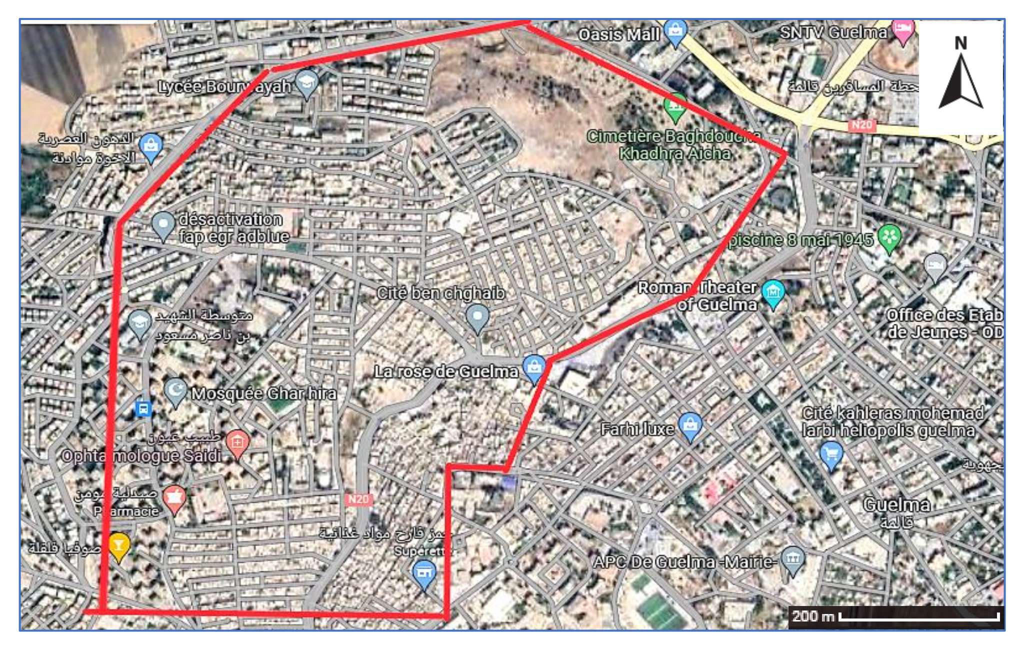


Figure 8 : Carte de situation de l'habitat spontané à Guelma. Source : Google maps, 2022)

1.2.4. L'habitat collectif

Un concept qui a été apparu au début de IXème siècle au cours de la révolution industrielle. L'habitat collectif ou les logements collectifs présentent la plus forte densité des zones métropolitaines. Il s'agit d'une structure verticale avec quelques habitations type F2, F3, F4 ou F5, réparties sur quelques étages qui sont destinées à accueillir plusieurs familles. Il dispose d'une entrée publique, d'espaces extérieurs publics comme des parkings, des aires de jeux et des vergers, ainsi que d'escaliers et d'ascenseurs qui relient tous les occupants. Il peut être sous forme des immeubles blocs, barres, tours ou même de petite taille.

Ce mode de développement se caractérise principalement par une consommation exorbitante et soudaine du foncier au détriment des terres agricoles, surtout dans le périmètre, une détermination pure et simple des styles urbains et architecturaux sans tenir compte des particularités socio-économiques locales, et des problèmes d'intégration et d'appropriation de l'espace vital non aménagé, le tout ayant un impact sur le fonctionnement et la qualité de vie des habitants.

Par rapport à la ville de Guelma, et selon l'urbanisation planifiée de type ZHUN, l'habitat collectif social est situé sur plusieurs sites dès les années 1970, particulièrement après l'implantation des unités industrielles et la sélection de la ville de Guelma comme chef-lieu de wilaya. Suivant l'analyse de l'évolution urbaine de la ville de Guelma, il est dénoté que les logements collectifs à savoir sont les ZHUN de Ain defla au nord-ouest (délimitée en rose), ZHUN de Champs de Manœuvre et cité Guehdour Tahar en plein centre-ville (délimitée en jaune), ZHUN de frères Rahabi et la cité Amir Abdelkader à l'est (délimitée en bleu), ainsi que la nouvelle ville située au sud de la ville (délimitée en noir en figure 9). Les caractéristiques principales de ce type d'habitat sont :

- Blocs similaires et isolés.
- Densité de 60 logements par hectare.
- Absence de la continuité urbaine.

- Qualité architecturale spécifique et diversifiée.



Figure 9 : Carte de situation des logements collectifs à Guelma. Source : Google maps, 2022

2. Politiques de l'habitat en Algérie face aux défis du confort

Le secteur d'habitat a déjà commencé à développer des quartiers durables de haute qualité dans le monde entier. Les gouvernements d'un certain nombre de pays ont entamé le processus de développement des habitats durables qui valorisent la diversité sociale et fonctionnelle, ainsi qu'un mode de vie respectueux de l'environnement. Leur stratégie s'inscrit dans un type de gouvernance qui encourage les efforts coordonnés, y compris avec la société civile, et est conseillée dans toute opération de fabrication de maisons visant à accroître un degré agréable de confort sanitaire (thermique, acoustique, visuel, etc.).

En Algérie, les principes d'une politique d'habitat a été évoquée dans la charte nationale en 1976, qui a fixée des conditions décentes pour loger, selon les normes minimales du confort moderne. Cependant, l'enjeu de l'habitat et l'industrialisation des bâtiments à usage d'habitation a été confronté à une multitude de mutations politiques et socio-économiques depuis l'indépendance, sous l'effet de plusieurs facteurs, par ce que le besoin le plus délicat est sans aucun doute c'est le logement, qui joue un rôle de reconnaissance et d'intégration sociale, comme il s'agit aussi du type d'investissement le plus fondamental des ménages, ayant un impact économique significatif, puisqu'il prend une place importante dans le programme de financement de chaque état.

Nous citons dans ce qui suit, les périodes phares dans l'histoire de la politique de la production de l'habitat en Algérie :

A- La construction « entre 1962 et 1990 »

Lors de cette période le rythme de la production des bâtiments d'habitation été faible et n'a pas répondu aux attentes de la population, dû à des causes majeures comme la fin de la guerre nationale avec l'essai de la renaissance de l'état Algérien et la forte explosion démographique et les faibles revenues des individus, où il était nécessaire également d'adopter une réglementation suffisante sur le droit d'accès aux logements.

Depuis l'indépendance, les responsables représentés par les différentes directions du Ministère de l'Habitat et les Assemblées Communales ont privilégié l'approche quantitative à l'exigence qualitative relative à la prise en compte des conditions de vie de la population. En ce qui nous concerne, les critiques ont toujours considéré l'habitat collectif comme une forme utopique et déterministe de construction de logements.

Par ailleurs, les opérations de construction des Zones d'Habitat Urbain Nouvel (ZHUN) ont commencé dans les années 1970 avec les mêmes conceptions et normes européennes, avec tous leurs défauts. Les HLM ont subi l'âge du déclin, mais les lotissements construits par cette politique sont semblables à ceux des HLM. La ZUP française (zone à urbaniser par priorité) de 1975 a servi d'inspiration. Alors que le parc de logements devait déjà contenir deux millions d'unités et que le déficit de logements était déjà estimé à deux millions, la formule ZHUN a introduit une nouvelle politique du logement.

L'objectif donc de la ZHUN était de créer des lotissements "standards" à travers le pays, ce qui impliquait la création d'un grand nombre de logements abordables pour tous les Algériens, mais qui sont dépourvus des éléments du confort, notamment acoustique.

Nos villes sont surtout marquées par des problèmes d'urbanisme, de conception et de maladie des grands ensembles, ce qui constitue l'une des causes de l'aggravation de la situation.

L'exode rural induit par la politique industrielle vers la fin des années 1970 a accentué le besoin de logements, en particulier dans les centres urbains. Les responsables du gouvernement algérien ont réagi à ce dilemme en prenant des mesures.

Le ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Construction a été créé en 1977 afin de démontrer une fois de plus l'intérêt particulier de l'État pour ce secteur. En conséquence, une nouvelle politique a été mise en œuvre dans le but d'étendre et de diversifier les segments de l'offre de logements.

L'économie algérienne a subi des changements structurels au cours des quinze années qui ont suivi la crise de 1986, notamment le retrait progressif de l'État de son rôle d'entrepreneur, la restructuration économique du secteur public, la libéralisation des prix, l'abandon progressif du système de subventions et les restrictions budgétaires. Les coûts sociaux de cette nouvelle approche ont été si élevés qu'ils ont annulé les progrès sociaux antérieurs. La politique du logement a été affectée par ce fait.

B- La régulation « après 1990 »

L'expression "la nouvelle politique du logement après 1990" se réfère à cette période. Cette phase est marquée par des bouleversements politiques et économiques importants (libéralisme, privatisation, etc.), la participation d'acteurs publics et privés (OPGI, agences foncières, promoteurs immobiliers) et l'apparition de nouveaux modes d'acquisition (logement social participatif, logement promotionnel, location-vente, etc.

Le logement est devenu un secteur contrôlé, dans lequel les régulateurs, les constructeurs et les spécialistes du marketing jouent un rôle clé. En outre, grâce à la mise en œuvre d'une nouvelle stratégie, il est devenu le sujet de nouvelles politiques et de données économiques après une période de transition de 1988 à 1990. Il est devenu le sujet de nouvelles politiques et de données économiques grâce à une nouvelle stratégie établie et mise en œuvre sur une période de cinq ans, de 1996 à 2001, dans le but d'établir un marché de l'immobilier. L'objectif est de développer un marché immobilier conforme aux lois en vigueur.

Les années 1990 ont vu la construction de plus de 675 000 unités de logement (pour une moyenne annuelle de 85 000 unités produites), dont moins d'un tiers dans les régions rurales, malgré une situation économique et sécuritaire fortement dégradée en début de période. La situation sécuritaire de la "décennie noire" a particulièrement affecté les zones rurales (10 000 logements en moyenne). Après 1999, une nouvelle stratégie a été établie qui comprenait des actions visant à augmenter et à diversifier la quantité de terrains à bâtir appartenant aux différents segments de la population ainsi qu'à accroître la production de logements en définissant une réforme institutionnelle du financement et des actions d'accompagnement.

La crise du logement (production de masse sans qualité) a été aggravée par un certain nombre de causes importantes, notamment la forte demande sur ce propos, l'exode rural, l'augmentation de la population et les réformes sociales. Par conséquent, la situation du secteur de la construction de logements dans le pays est actuellement difficile. Les objectifs fixés pour résoudre ce problème n'ont pas été atteints en raison du manque d'espace dans les régions du nord du pays, de la hausse des loyers et du monopole du secteur public en matière de gestion (approvisionnement, financement, distribution, etc.).

Désastreusement, le marché du logement reste le problème majeur des algériens. Malgré les énormes ressources budgétaires régulièrement utilisées pour en atténuer la gravité et les progrès évidents réalisés dans la satisfaction de ce besoin social, en particulier au cours de la dernière décennie, sa situation n'en est pas moins grave.

Au final, la crise multiforme que traverse l'Algérie a rendu plus visible la dégradation de l'habitat, ce qui a aggravé les conditions de vie. Un taux d'occupation par logement (TOL) élevé et près d’un million de logement en état de dégradation avancée, en plus d'un déficit d’environ de 1,2 million, témoignent de la dégradation du secteur immobilier qui se débat toujours dans une situation alarmante contrairement aux pays développés où il est considéré comme une industrie secondaire.

De ce fait, l’habitat a devenu un élément vulnérable, et susceptible de connaitre des carences et d’avoir des insuffisances en matière de l’ensemble des commodités matérielles pour offrir le bien-être, notamment celles liées aux objectifs du développement durable, dont le confort thermique et acoustique a été généralement négligés par les acteurs de construction.

Il confronte dès lors des défis :

- Environnementaux ➔ Réchauffement climatique, consommation des sols, effets nuisibles sur la faune et la flore ;
- Energétiques ➔ Bâtiments énergivores, abandon des énergies renouvelables ;
- Sociaux ➔ Conflits entre voisinage, déficience en espaces de détente, insécurité ;
- D’intégration au paysage urbain ➔ Infraction de l’identité du milieu, hétérogénéité ;
- De conception architecturale ➔ Non-conformité aux exigences réglementaires et normatives, espace partagé et approprié d’une manière négative dans la société ;
- Morphologiques et typologiques ➔ Plans de masses denses, déséquilibre entre espace vide et environnement bâti ;
- Technologiques ➔ matériaux non écologiques, système traditionnel de construction, mise en œuvre modeste, durabilité et confort sanitaire en obscurité,

Conclusion

À la finalité de ce chapitre, qui constitue un fondement important dans notre recherche sur l'enjeu de l'habitat en Algérie, nous avons pu tirer les points conclusifs suivants :

- La crise du logement en Algérie s'est considérablement aggravée au fil du temps, en raison du rythme effréné de l'urbanisation irrationnelle et de l'expansion démographique excessive dans le pays.
- Parmi les défis majeurs que l'habitat fait face, c'est les nuisances sonores, soient celles venues de l'extérieur (bruit de la circulation routière ou aérienne, bruit de construction, bruit lors des événements, etc.), ou celles venues de l'intérieur (bruit de voisinage, bruit d'équipements, etc.).
- La qualité architecturale de l'habitat s'est réduite en faveur de la quantité des logements offerts pour freiner la crise du logement.
- La ville de Guelma est parmi les villes Algériennes riches en matière de la typologie de l'habitat, suivant son évolution urbaine.

Sous forme des recommandations, pour répondre à la forte demande d'une population qui augmente plus vite que le rythme des nouvelles constructions, dont la plupart des cas négligent l'aspect du confort sanitaire, une politique rigoureuse du logement est nécessaire, pour assurer le succès de cette stratégie.

L'ensemble des données présentés dans ce chapitre nous ont permis par la suite de s'interroger sur le confort, notamment acoustique, dans le milieu habité collectivement à la ville de Guelma.

CHAPITRE II. Notions de l’acoustique du bâtiment

Introduction

Ce chapitre sera consacré à l’étude du cadrage théorique de notre thème de recherche, dans lequel nous allons développer tous les concepts utilisés tout au long de ce travail, en mettant d’abord l’accent sur les différentes définitions des notions théoriques relatives au domaine de l’acoustique du bâtiment, dans le but de guider le lecteur à mieux comprendre le sujet étudié.

La présence de bruits provenant des sources extérieures, notamment la circulation routière, l’industrie, etc., constitue la différence significative entre la vie dans la Rome antique et la vie dans nos villes contemporaines encombrées. Par conséquent, la science de l'acoustique des bâtiments a pris de l'ampleur et comprend désormais le contrôle et la réduction du bruit dans tous les types de bâtiments afin de gagner sur un confort auditif adéquat.

Nous allons également concentrer dans ce chapitre sur l’aspect pratique du sujet de l’acoustique du bâtiment existant, où la transmission du son entre les locaux extérieurs et intérieurs et sur les capacités d'isolation acoustique des éléments de construction, tels que les murs, les portes et les fenêtres sera abordé.

1. Notion du son

L’essence du son consiste à être audible quand il est bien perçu. Le sonore est un fait physique qu’il s’agisse de ses limites fait de son élevé ou faible, il reste rattaché à des conditions déterminées par le sens ressentis par l’homme. De même, le son audible est variable suivant les individus.

Selon l’auteur de L’acoustique de l’habitat ; Michel Chagué, le son présente une sensation auditive engendrée par une onde acoustique qui se propage dans un milieu (Michel, 2001).

D’après HAMAYON, un son est un phénomène vibratoire qui résulte du déplacement intermittent d'un système matériel autour d'un point d'équilibre (Hamayon, 2008). Aussi, d’après le guide technique ISOVER, un son était défini comme une sensation auditive produite par une variation de la pression de l’air, qui se propage dans tous les milieux ambiants (eau, air, gaz, béton, bois, verre …), à l’exception du vide (SAINT, s. d.).

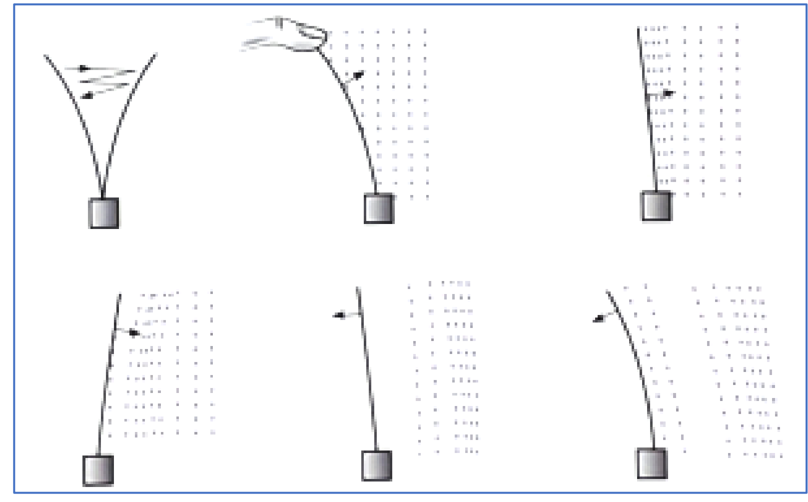


Figure 10 : Oscillations d'une lame d'acier. Source : Michel, 2001

Donc le son c'est un phénomène auditif vibratoire (figure 10), issu du mouvement périodique d'un corps, qui met à son tour l'air environnant en vibration, ce qui crée par la suite une zone de pression et de dépression (onde acoustique). On distingue notamment deux catégories de son, qui sont le son audible et le son non audible.

a. Son audible

La gamme d'intensité sonore et la gamme de fréquence à laquelle le système auditif humain réagit est tout à fait remarquable. On trouve trois types des sons audibles :

Son pur : « *Le son produit par une vibration sinusoïdale de fréquence f constante est dit - pure* ».

Son complexe : « *il est représenté par la superposition d'un certain nombre d'un son pur* »

Son confus : « *c'est un mélange des sons sans périodicité précise* »

b. Sons Non audibles (Ultrason – Infrason)

Le seuil d'audibilité qui appartient au champ auditif de l'oreille humaine permet la perception des sons dont la fréquence se situe entre 20 et 20 000 Hz (figure 11).

Infrasons : les ondes sonores en dessous de la fréquence de l'audition humaine (inférieure à 20 Hz) sont appelées infra-son.

Ultrasons : tandis que les ondes sonores de fréquence au-dessus de la gamme de l'audition humaine (supérieure à 20000 Hz) sont appelés ultrasons.

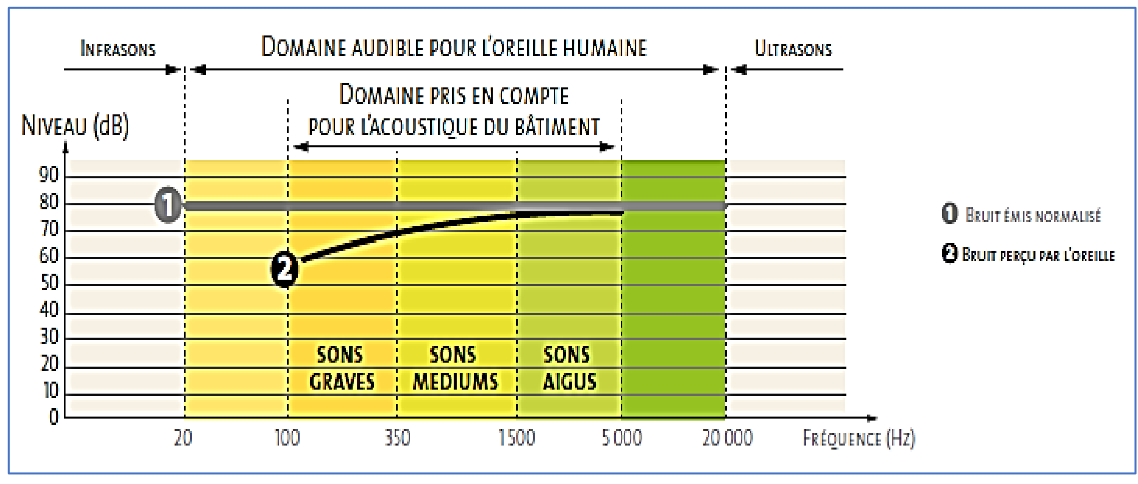


Figure 11 : Plages d'audibilité de l'oreille humaine. Source : Isover, 2007

1.1.Champ auditif

C'est défini par la zone de sensibilité de l'oreille (figure 12), limitée entre les infrasons et les ultrasons, à travers deux seuils :

Seuil d'audibilité :

C'est le niveau minimal de pression, produisant une sensation auditive à une fréquence déterminée. Le seuil d'audibilité de l'oreille humaine permet la perception des sons dont la fréquence se situe entre 20 et 20 000 Hz.

Seuil de douleur :

Il représente le niveau de pression au-delà duquel la sensation produite est celle de la douleur.

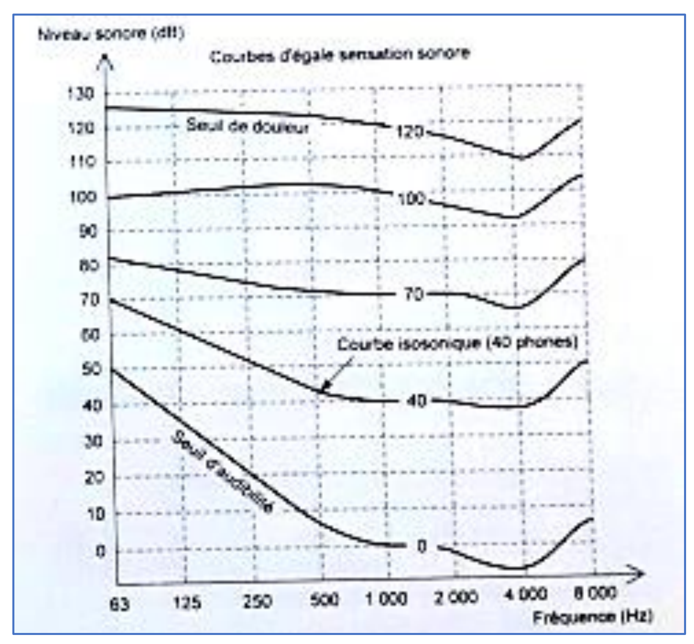


Figure 12 : Courbes d'égale sensation sonore. Source : Saint Gobain, 2012

1.2.Perception auditive

1.2.1. Système auditif humain

Le système auditif humain est un ensemble de structures anatomiques d'origine et de nature différente, il dépend de l'oreille qui est l'organe de l'appareil auditif ayant pour rôle de capter, sentir et transmettre les sons à travers des messages nerveux vers le cerveau pour les interpréter. Elle comprend 3 parties assurant chacune une fonction précise : L'oreille externe – l'oreille moyenne – l'oreille interne (figure 13).

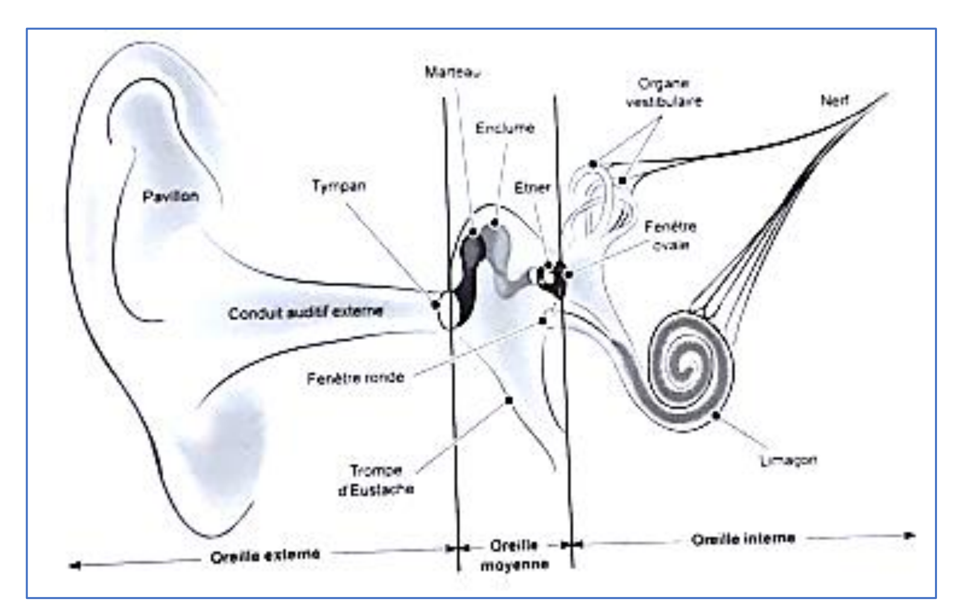


Figure 13 : Coupe transversale sur la structure interne de l'oreille humaine. Source : Hamayon, 2008

1.2.2. Anatomie de l'oreille

Dans son livre « Comprendre simplement l'acoustique de bâtiment » (HAMAYON, 2008) a décrit que l'oreille humaine est composée de trois parties :

1. **L’oreille externe**

Elle est composée de trois parties :

Le pavillon, c’est celui qui capte le son et les vibrations sonores qui sont acheminés au tympan par le conduit auditif.

Le conduit auditif « joue le rôle d’un amplificateur » les fréquences comprises entre 2000 et 5000 Hz sont légèrement renforcées. De plus, l’orientation du conduit par rapport aux vibrations acoustiques permet de localiser la source sonore dans l’espace.

Le tympan permet un rôle d’un transducteur où il convertit l’énergie acoustique en une énergie mécanique grâce à un osselet et qui se déforme sous l’influence des variations de pression dues au bruit extérieur.

2. **L’oreille moyenne**

Elle est composée d’une Trompe d’Eustache et une chaine des osselets (marteau – enclume – étrier) maintenue par des ligaments suspenseurs et par des muscles qui se contractent sous un bruit fort. Elle assure la fonction de l’adaptation d’impédance.

3. **L’oreille interne**

La fonction principale de l’oreille interne c’est de transformer les mouvements mécaniques en influx nerveux. Elle comprend l’organe responsable à l’équilibre représenté par des canaux semi-circulaires, ainsi que l’organe de l’audition appelé la Cochlée (LIMAÇON) qui abrite d’environ 15000 cellules sensorielles.

1.2.3. La cochlée

La cochlée contient l'appareil de transduction de l'oreille, par lequel l'énergie sonore est convertie en activité électrique dans les cellules nerveuses. La conversion a lieu dans les cellules de transduction cellules de transduction, appelées cellules ciliées internes, et est transférée aux neurones dans le nerf auditif (NA) qui se connecte au cerveau (ROSSING, 2014).

1.2.4. Processus de l’audition

L’oreille est en permanence ouverte sur l’environnement, et ne se focalise sur un son que lorsque l’évènement présente un intérêt et constitue, au sens large, une « alerte ». La vigilance constante du système auditif fait que l’audition est un dispositif d’alerte très efficace à courte distance. Le principe du fonctionnement de l’oreille peut être représenté par les séquences suivantes :

Les variations des pressions atmosphériques sont captées par le tympan par l’intermédiaire du pavillon et du canal auditif. Elles sont transmises à la cochlée grâce aux osselets.

La fenêtre ovale entre en vibration générant une onde qui se propage dans le milieu aqueux dans la rampe vestibulaire.

Cette onde provoque la déformation de la rampe cochléaire. Le maximum de cette déformation le long de la rampe est en fonction de la fréquence et de l’amplitude de la vibration.

Les cellules sensibles situées à l’aplomb détectent les mouvements et les transforment en influx nerveux.

2. Caractéristiques physiques du son

Un son est défini par plusieurs paramètres qui sont notamment son niveau sonore sa fréquence (bandes d'octave et de tiers d'octave), son intensité, sa célérité, son timbre et son spectre sonore.

2.1.Niveau sonore

L'amplitude d'un son est définie par son niveau. Les fortes amplitudes produisent des sons élevés, tandis que les faibles amplitudes produisent des sons faibles. Dans la pratique, une échelle logarithmique est utilisée pour décrire l'amplitude du son car l'oreille humaine possède une très large gamme de perception.

Les décibels (dB) sont utilisés pour décrire la réduction de cette échelle. C'est une échelle logarithmique d'expression du niveau de bruit, pour définir l'intensité acoustique (BOUSQUET, 2014).

Nous citons ici une remarque importante, le **Décibel pondéré A, dB(A)** est une valeur corrigée tenant compte de ce que perçoit l'oreille humaine (dB physiologique). La lettre A signifié que le décibel est pondéré pour tenir compte de la différence de sensibilité de l'oreille à chaque fréquence. Elle atténue les basses fréquences.

2.2.Fréquence (bandes d'octave et de tiers d'octave)

La fréquence d'un son est le nombre de fluctuations de la pression de l'air par seconde et s'exprime en hertz (Hz). Cette fréquence détermine la hauteur du son : une fréquence faible produit un son grave, une fréquence élevée donnera un son aigu (ISOVER, 2007).

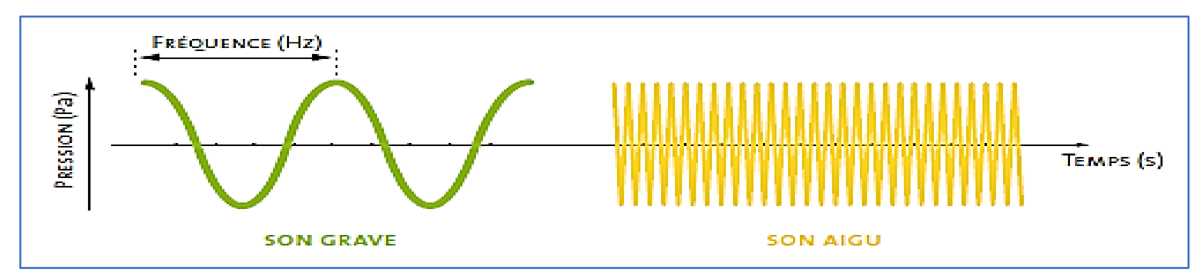


Figure 14 : Fréquences de son. Source : ISOVER, 2007

L'une des qualités du son est la fréquence, qui est définie comme la quantité de variations de la pression atmosphérique par unité de temps. La gamme de fréquences que l'oreille humaine peut entendre est comprise entre 20 et 20 000 Hz. L'échelle logarithmique des fréquences audibles a été divisée en dix bandes d'octave (figure 15).

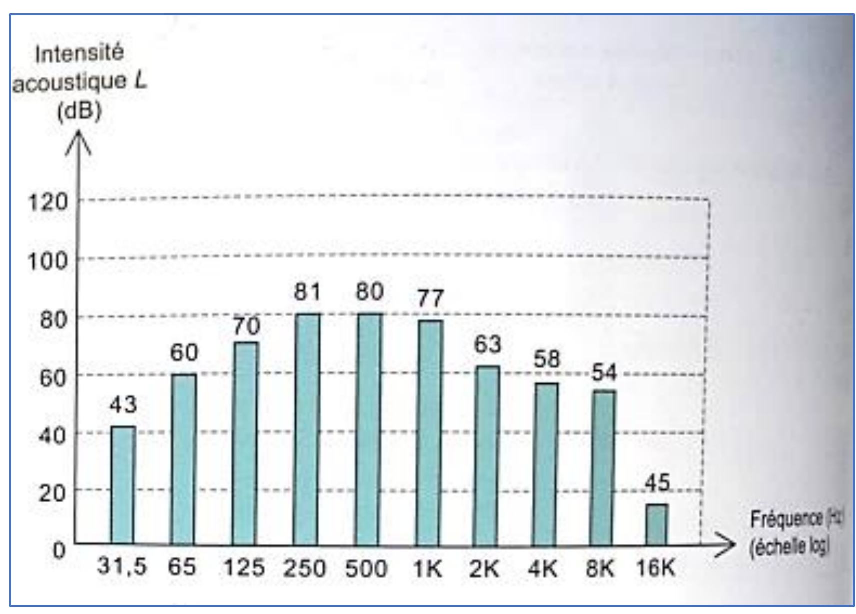


Figure 15 : Exemples de spectre en bandes d'octave. Source : Simonine, 2004

En général, les incréments d'octave et de tiers d'octave sont utilisés pour exprimer des paramètres acoustiques tels que le niveau de pression acoustique et le coefficient d'absorption acoustique. Pour une conception acoustique approfondie, il est nécessaire de connaître précisément les propriétés acoustiques dans les plus petits pas de fréquence du son. Les fréquences d'octave pour l'acoustique des salles sont 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz et 4000 Hz. En doublant la fréquence antérieure, on peut obtenir des incréments d'octave. Chaque octave est composée de trois valeurs d'un tiers d'octave.

2.3. Intensité du son

L'intensité acoustique est égale au flux de puissance acoustique traversant l'unité de surface entourant le point d'écoute : avec : I = W/S

I : intensité acoustique reçue au point d'écoute en W/m2.

W : puissance acoustique traversant la surface S en Watt.

S : surface entourant le point d'écoute, et traversée par la puissance W, en m²

2.4. Célérité du son

Selon (HAMAYON, 2008) la célérité du son C varie en fonction de l'homogénéité et de l'élasticité du milieu. Dans l'air, c exprimée en m/s s'obtient par la formule :

C = 331,4 + 0,607 Ө Où ; Ө est la température de l'air C°.

Milieu	Valeur de c à 15 °C (m/s)
Caoutchouc	40 à 150
Eau	1 440
Béton armé	1 000 à 2 000
Acier	5 050
Aluminium	5 200

Figure 16 : Célérité de son dans les matériaux. Source : Hamayon, 2008

2.5.Timbre et spectre sonore

Timbre sonore : Le timbre est l'aspect du son en musique qui permet de reconnaître un instrument ou une voix. Par conséquent, le timbre décrit un ensemble de caractéristiques acoustiques qui permettent de reconnaître un instrument.

Spectre sonore : Le tableau ou la représentation graphique des partiels qui peuvent être combinés pour recréer un son s'appelle le spectre sonore.

3. Caractéristiques énergétiques du son

Le son possède plusieurs **caractéristiques énergétiques** qui renforcent sa plage énergétique et donc **son** potentiel, sa puissance acoustique (Lw), ses pressions et niveau de pression acoustique (Lp), niveau de puissance acoustique et le niveau de pression acoustique équivalent continu (Leq).

3.1. Pression et Niveau de pression acoustique (Lp)

Mesurée en Pascal, la pression acoustique (Lp) ou le niveau sonore décrit l'amplitude du son (Pa). Les décibels (dB), qui représentent un rapport de puissance entre la quantité mesurée et une valeur de référence, sont utilisés pour exprimer le niveau sonore (PASCALE, 2015)

3.2. Puissance et Niveau de puissance acoustique (Lw)

Les variations périodiques de la pression atmosphérique peuvent être détectées par l'oreille humaine si elles se produisent très rapidement. Une source sonore qui émet une certaine quantité d'énergie par unité de temps est à l'origine de cette variation de pression.

Les lettres W ou P désignent cette énergie, également appelée "puissance sonore", qui se mesure en watts (W). La gamme des intensités que l'oreille humaine peut détecter est comprise entre 10-12 W/m2 et 10-12 W/m² (HAMAYON, 2008).

3.3. Niveau de pression acoustique équivalent continu (Leq)

Le niveau acoustique équivalent LAeq en dB(A) est utilisé pour caractériser une nuisance due à un bruit variable dans le temps (passage d'un train, bruits de machines d'atelier, trafic routier).

Il représente un signal régulier avec la même quantité d'énergie acoustique que le signal étudié sur la période de temps prise en compte (ASSELINEAU, 2015)

Il s'agit également à la mesure du niveau de pression acoustique pondéré A d'un son continu immuable qui, sur une période de temps T donnée, a la même pression acoustique moyenne quadratique qu'un son considéré dont le niveau est variable. Un son considéré dont le niveau varie en fonction du temps a la même pression acoustique moyenne quadratique que la période T. La formule fournit une définition d'après (AFNOR, 1996) est comme suit :

$$L_{Aeq,T} = 10\log\left[\frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2}\frac{p_A{}^2(t)}{p_0{}^2}dt\right]$$

Où ; $LA_{eq,\ T}$ est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, en décibels, déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t1 et se termine à t2 ;

Po est la pression acoustique de référence (20 mPa) ;
Pa (t) est la pression acoustique instantanée pondérée A du signal.

Le niveau Leq est le descripteur de bruit le plus courant est sans doute le niveau de bruit continu sur un temps T (MURPHY & KING, 2014).

4. Notions du bruit

C'est une sensation correspondante à une variation aléatoire de la pression acoustique. C'est une nuisance, un son désagréable, une manifestation sonore que l'on ne veut pas entendre.

Le bruit est l'un des principaux risques environnementaux pour la santé. C'est pourquoi le public et les responsables politiques s'en préoccupent de plus en plus (OMS, 2019).

Pour l'homme, le bruit a toujours été un problème environnemental grave. Il existait des réglementations concernant le bruit produit par les roues des chariots ferrés qui martelaient les pierres sur le pavé, perturbant le sommeil des Romains et leur causant des désagréments. Pour que les habitants puissent dormir sur leurs deux oreilles, les voitures tirées par des chevaux et les promenades à cheval étaient interdites la nuit dans certaines villes de l'Europe médiévale. Les problèmes de bruit du passé ne peuvent toutefois pas être comparés à ceux de la société contemporaine (BERGLUND ET AL., 1999).

4.1.Types du bruit

On distingue trois types de bruit :

1. **Bruit blanc :** d'après (CHAGUE, 2001) est un mélange complexe et sans harmonie d'une infinité de sons. L'énergie est uniformément répartie sur toute l'étendue des fréquences audibles.
2. **Bruit rose :** type de bruit normalisé dont le niveau reste constant sur chaque bande de tiers d'octave (125, 250, 500, 1000, 2000 et 4000 Hz). Il simule les bruits de conversation, ou de la télévision.
3. **Bruit routier** : type de bruit normalisé plus riche en fréquences graves que le bruit rose. Il simule les bruits venant de l'extérieur, son niveau sonore n'est pas constant par bandes d'octave mais appauvri dans les fréquences aigues.

4.2.Sources de bruit

On distingue trois sources de bruits dans le domaine de l'acoustique du bâtiment :

1. **Bruits aériens** : c'est le bruit qui se propage dans l'air. Il existe le bruit extérieur comme le bruit trafic routier, ferroviaire ou aérien, voix dans la rue. Et le bruit intérieur comme conversations, hi-fi, télévision.
2. **Bruits de chocs** : bruit créé par un choc sur un élément ou une structure de construction. La valeur réglementaire contre les bruits de chocs est le niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé $L'_{nT,w}$ en dB.

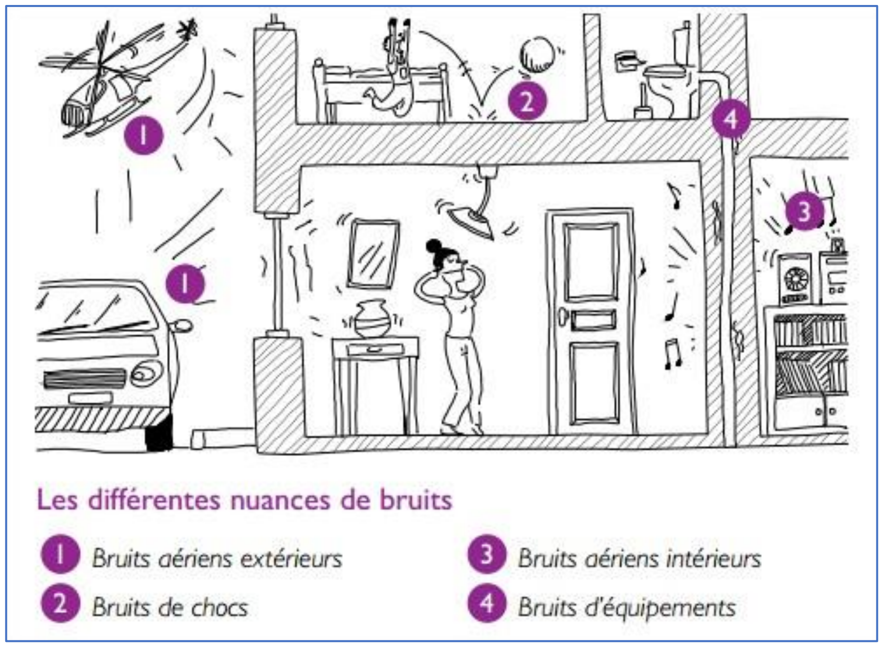


Figure 17 : Sources de bruit dans le bâtiment. Source : Google.com, 2022

3. **Bruits d'équipement** : c'est un bruit généré par un des équipements utilisables dans le bâtiment ; ascenseur, robinetterie, ventilation mécanique…etc.

4.3.Mode de propagation du bruit

La propagation des bruits se fait principalement selon un ou plusieurs des trois modes de propagation suivante :

Par dispersion

Dans un espace clos, on observe une dispersion de l'énergie acoustique, le niveau du bruit décroit en fonction de la distance.

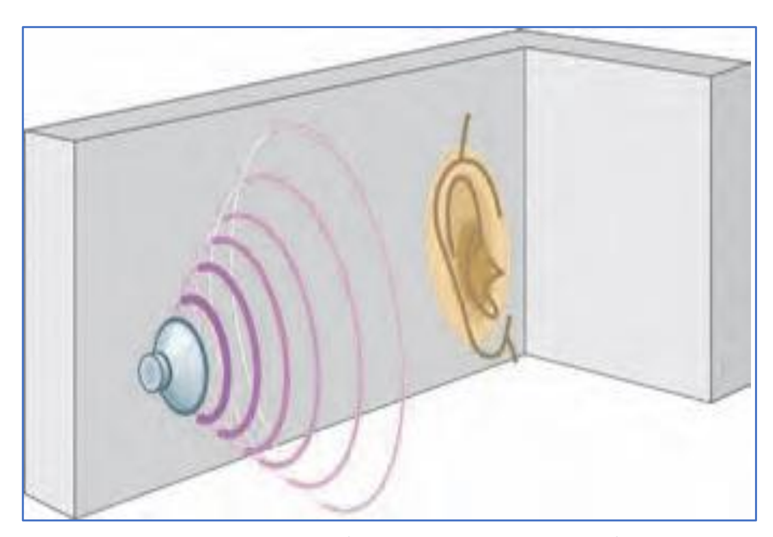


Figure 18 : propagation par dispersion. Source : Saint Gobain, 2012

Par réflexion et absorption sur un obstacle

Nous observons dès lors un phénomène de réverbération d’une partie de la vibration sur les parois et obstacles rencontrés, dans un espace fermé.

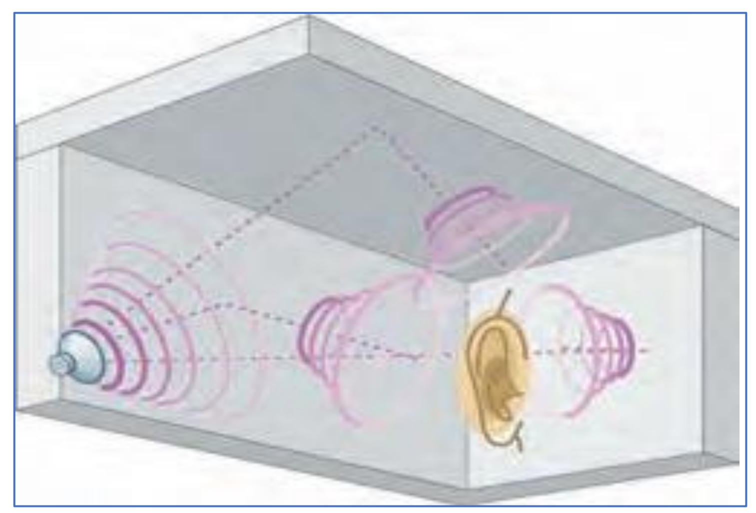


Figure 19 : propagation par réflexion. Source : Saint Gobain, 2012

Par transmission de la vibration aux matériaux

Le bruit se propage par la mise en vibration des éléments solides (parois, structures…).

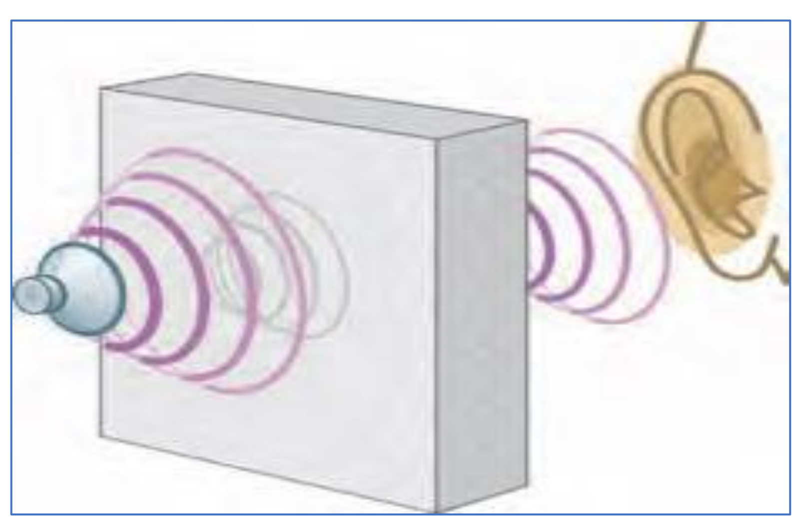


Figure 20 : propagation par transmission. Source : Saint Gobain, 2012

4.4.Echelle des niveaux de bruit

Le décibel le plus élevé de l'échelle, 200 dB, correspond à peu près au décollage d'une fusée. Le silence complet est représenté par 0 dB. En pratique, il est presque impossible d'atteindre 0 dB. En fait, pour connaître un niveau sonore de 0 dB, il faudrait être dans le vide ou dans l'espace, car le son se propage dans l'air. Nos niveaux de bruit quotidiens varient de 30 dB à 90 dB. La vie professionnelle (industrie) et certains loisirs sont les principales sources de bruit supérieur à 90 dB. Le niveau sonore maximal dans le secteur des arts et des spectacles (discothèques, salles de concert, etc.) est réglementé et fixé à 105 dB.

L'exposition à long terme à des niveaux sonores supérieurs à 85 dB, soit le niveau d'un canin meurtri, peut s'avérer nocive pour les personnes. Certains appareils, notamment les avions, les feux d'artifice et les canons, ont une plage de puissance sonore comprise entre 130 et 200 dB. Au-delà de 120 dB, le bruit devient nettement désagréable, et à 140 dB, un être humain peut perdre irrévocablement l'ouïe (Acoustix, 2017).

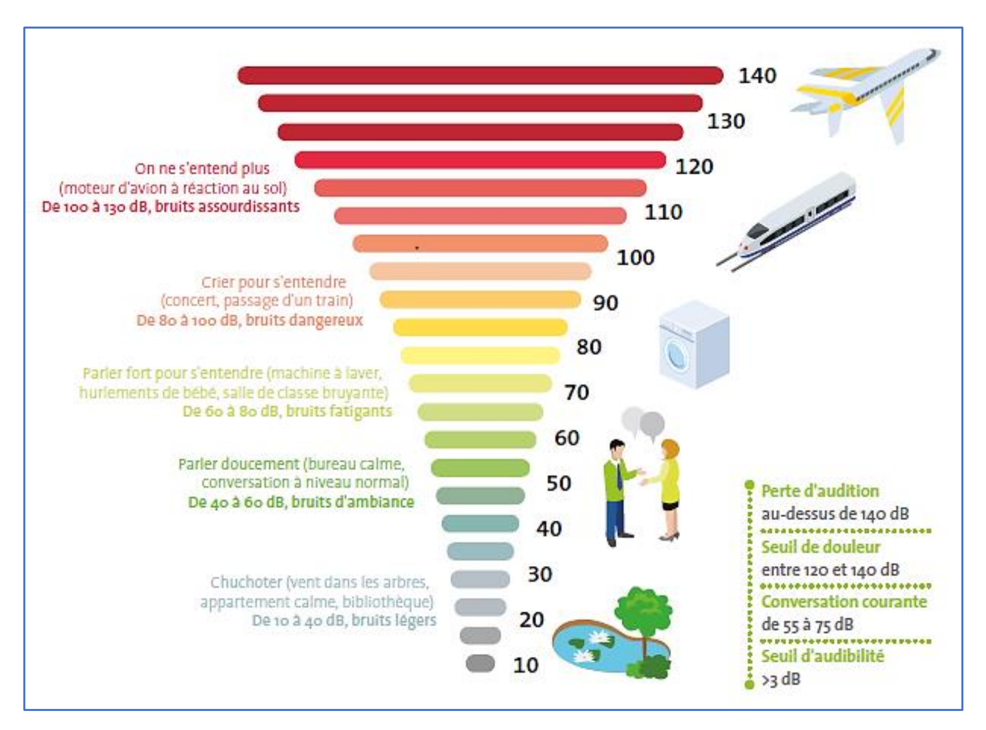


Figure 21 : Echelle conventionnel des niveaux sonores. Source : ISOVER, 2007

4.5.Règles d'addition

Le niveau sonore s'exprimant selon une échelle logarithmique, en décibel (dB), les règles d'addition arithmétiques ne s'appliquent donc pas aux niveaux de bruit les règles d'addition classiques ne s'appliquent donc pas aux niveaux de bruit.

Par exemple, deux conversations identiques et simultanées, dont le niveau sonore est de 50 dB, ne donneront pas un niveau sonore de 100 dB, mais un niveau sonore de 53 dB.

Si l'écart des niveaux de bruit est supérieur à 10 dB, le bruit le plus fort masque le plus faible. C'est l'effet de « masquage »

Si les niveaux de bruit sont similaires, l'évaluation du niveau de bruit résultant se fait par addition au niveau de bruit le plus fort d'une valeur donnée dans le tableau ci-dessus.

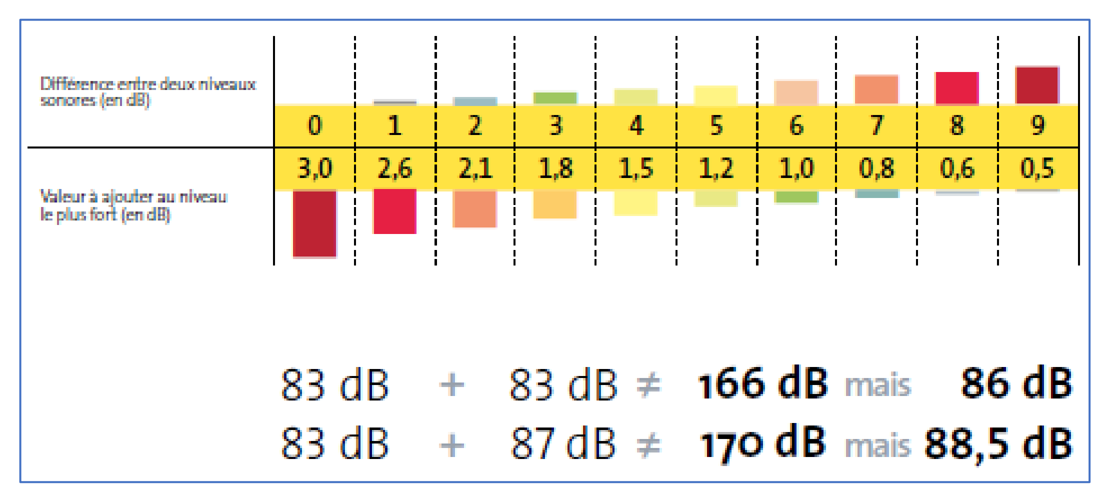


Figure 22 : Règles d'addition des niveaux sonores. Source : ISOVER, 2007

4.6.Le bruit décroit avec la distance

La propagation de son ou du bruit dans un champs libre se produit selon des ondes sphériques centrées sur un point connu qui présente la source sonore ponctuelle.

Cas d'une source sonore ponctuelle

Pour cette source sonore en plein air, le niveau sonore Li décroit de 6 dB à chaque fois quand on double la distance entre l'émetteur du bruit et le récepteur. La formule suivante peut être utilisé pour obtenir la valeur de Li :

$$Li = Lw - 10 \log 4\, \pi\, \mathrm{R}^2$$

Avec Li est le niveau d'intensité acoustique à une distance r de la source sonore, Lw est le niveau de puissance acoustique et $4\pi\, r^2$ présente la surface d'une sphère.

Cas d'une source sonore linéaire

La propagation de son ou du bruit dans un champs libre se produit selon des ondes cylindriques centrées sur une ligne connue qui présente la source sonore linéaire.

Pour cette source sonore en plein air (trafic routier), le niveau sonore Li décroit de 3 dB à chaque fois quand on double la distance entre l'émetteur du bruit et le récepteur. La formule suivante peut être utilisé pour obtenir la valeur de Li :

$$Li = Lw - 10 \log 2\, \pi\, \mathrm{r}$$

4.7.Les effets néfastes du bruit sur la santé humaine

Le bruit est un important enjeu de santé publique, car il a des conséquences néfastes sur la santé et le bien-être de l'être humain. Il est l'objet de préoccupations croissantes. Le Bureau régional de l'OMS pour l'Europe a élaboré ces lignes directrices en se fondant sur la prise de conscience grandissante des effets néfastes pour la santé de l'exposition au bruit dans l'environnement.

Effets psychologiques

L'exposition à un niveau élevé du bruit suivant de longues durées peut causer de multiples effets psychologiques comme :

Nervosité et stress

Le traitement des données sensorielles perçues par le cerveau est un effort constant d'adaptation à l'environnement extérieur. Et c'est ainsi que le bruit se transforme en ennemi cognitif : le système nerveux central interprète le bruit comme négatif, voire dangereux, lorsqu'il est vécu en excès de volume ou de durée (PASTEL AUDITION, 2020).

Gène et irritation

On pense que le bruit augmente l'agressivité et la fréquence des conflits. Les recherches dans ce domaine tendent à montrer que le bruit n'augmente pas le nombre de cas pathologiques, mais semble plutôt exacerber les problèmes psychologiques déjà existants, ce qui rend difficile de parler d'effets directs du bruit sur les troubles du comportement et de l'équilibre mental. Des tests de laboratoire ont démontré de manière concluante que l'exposition au bruit peut rendre les gens plus agressifs, surtout chez ceux qui ont déjà été agacés ou irrités.

Selon des études réalisées en Angleterre, l'exposition au bruit de la circulation augmente la proportion de personnes admises dans des services psychiatriques (TARNOPOLSKY., 2004). Plus l'exposition au bruit de la circulation augmente, plus le nombre de services psychiatriques augmente (TARNOPOLSKY et al., 1980). Des constatations similaires ont été faites au Danemark, en particulier à proximité de l'aéroport de Copenhague, où les hospitalisations et les consultations psychiatriques sont nettement plus nombreuses dans les zones exposées au bruit que dans les zones témoins (AFSSET, 2004).

Des enquêtes menées en Europe, notamment en Allemagne, selon le groupe de travail Williams, ont montré que plus de 75% de la population était irritée par les nuisances sonores dues principalement au bruit routier (WILLIAMS et al, 1998).

Effets physiologiques

Multiples sont les effets physiologiques que le bruit peut provoquer chez l'être humain, on cite :

Fatigue du système auditif

Une brève perte d'audition, connue sous le nom de fatigue auditive, est caractérisée par une baisse de courte durée de la sensibilité auditive après l'arrêt d'une stimulation acoustique. A chaque doublement de l'amplitude de la stimulation, l'amplitude du déficit temporaire augmente en moyenne de 6 dB. Cette croissance s'accélère rapidement au-delà d'un niveau crucial de 120 dB. L'augmentation s'accélère rapidement.

De plus, les traumatismes sonores sont souvent à l'origine des acouphènes. Les acouphènes sont causés par une activité anormale du système auditif, produite par un ou plusieurs sites et interprétée à tort comme un bruit par les centres supérieurs. De nombreuses possibilités existent encore quant à notre compréhension de leur pathogenèse. De nombreuses possibilités existent encore quant à la compréhension de leur pathogénie (AFSSET, 2004).

En outre, les cellules ciliées internes et externes de la cochlée présentent souvent les premières altérations morphologiques après une exposition au bruit, lorsque les stéréocils sont unis et pliés. Les cellules ciliées externes et internes nécessaires à la transmission des sons de haute fréquence disparaissent avec une exposition plus longue (BERGLUND et al., 1999).

Troubles cardio-vasculaires

En mettant l'accent sur la pression artérielle moyenne, l'hypertension et les cardiopathies ischémiques en tant que paramètres cardiovasculaires, des études épidémiologiques sur la relation entre le bruit des transports - en particulier le trafic routier et le bruit des avions - et les effets cardiovasculaires ont été menées sur des adultes et des enfants. Les preuves d'une association positive se sont généralement renforcées ces dernières années.

En raison du manque d'études, les preuves de l'association entre le bruit des avions et l'augmentation du risque de cardiopathie ischémique, y compris l'infarctus du myocarde, sont moins nombreuses que celles de l'augmentation du risque due au bruit de la circulation routière. Mais il est de plus en plus évident que le bruit des avions et le bruit de la circulation routière augmentent tous deux le risque d'hypertension. Il n'existe pas beaucoup d'études sur les effets d'autres sources de bruit environnemental, comme le trafic ferroviaire, sur le cœur (OMS, 2011).

Il existe un lien connu entre l'exposition à des niveaux de bruit de la circulation routière supérieurs à 60 dB et les risques cardiovasculaires, selon une étude qui a combiné les données transversales d'une importante enquête de santé publique menée dans le sud de la Suède avec des données sur le bruit de la circulation routière (BODIN et al., 2009).

Perturbation du sommeil

Le sommeil est essentiel à la survie de l'homme. Une forte réduction de la durée du sommeil entraîne des troubles plus ou moins perceptibles, dont le principal est une diminution du niveau de vigilance de la personne éveillée, avec toutes les conséquences potentielles en termes de fatigue, de performances moindres, voire de survenue d'accidents.

Selon les estimations, 80 à 90 % des cas de troubles du sommeil signalés dans des environnements bruyants sont causés par d'autres éléments que les bruits provenant de l'extérieur. La quantité de gêne sonore exprimée par les personnes au cours des 24 heures suivantes a augmenté en raison du bruit nocturne. Des études ont montré que les personnes qui vivent dans des quartiers où il y a du bruit tard dans la nuit ont tendance à utiliser plus fréquemment des sédatifs ou des somnifères (BERGLUND et al., 1999).

Le bruit de la circulation perturbe le sommeil de manière causale et pertinente et, selon les niveaux de bruit, peut également affecter le comportement et le bien-être général pendant la période d'éveil qui suit, selon un grand nombre d'études en laboratoire et sur le terrain (10-22). On sait peu de choses sur les effets à long terme du sommeil perturbé par le bruit sur la santé, bien qu'il ait été démontré que les troubles cliniques du sommeil (comme l'apnée obstructive du sommeil, un trouble du sommeil marqué par des pauses respiratoires pendant le sommeil) sont associés à des risques accrus de maladies cardiovasculaires (OMS, 2011).

Sur la base des résultats d'une importante étude menée dans huit villes européennes entre 2002 et 2003, le projet LARES (Large Analysis and Review of European Housing and Health Status), l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a mis en évidence le bruit des voisins comme un danger pour la santé. Par le biais d'entretiens et de questionnaires de santé, des données sur 8539 personnes de 3382 foyers ont été recueillies. 24 % des personnes ayant répondu ont déclaré que l'exposition au bruit la nuit était une cause majeure de perturbation du sommeil. Le bruit des appartements voisins et le bruit de la circulation étaient les deux principales sources de perturbation du sommeil (RINDEL, 2018).

En supprimant la mélatonine, l'équipe scientifique de Sorensen a découvert qu'une courte durée de sommeil, qui est principalement provoquée par l'exposition au bruit de la route, est associée à un risque accru de cancer du sein. Il s'ensuit une augmentation de la production d'œstrogènes, une augmentation de la croissance tumorale et une diminution de la réparation de l'ADN (METTE et al., 2013).

En outre, une étude sur les effets du bruit routier nocturne par rapport à la perturbation du sommeil chez 2660 enfants en Norvège est en cours. Les résultats de cette étude indiquent que les enfants exposés étaient extrêmement fatigués tout au long de la journée et que la majorité d'entre eux avaient abandonné l'école en grand nombre (WEYDE et al., 2017).

5. La rénovation acoustique

Parmi les opérations de requalification du confort sonore dans le domaine de l'acoustique du bâtiment, nous retrouvions l'opération de rénovation acoustique, notamment appliquée au niveau des bâtiments existants.

5.1.Définition du concept –Rénovation

D'après le dictionnaire français Larousse, une rénovation est une forme de remise à neuf à travers de profondes transformations ou modifications afin d'aboutir à un meilleur état (LAROUSSE, s. d.).

Dans un logement, une rénovation veut dire une action de réfection et de remise à neuf, partiellement ou totalement, ses conditions pour améliorer son confort (WEREY, 2021). Selon (Giebeler et al., 2012) l'opération de rénovation est appliquée à des éléments de construction ou des surfaces intacts qui seraient démodés par exemple. Elle ne vise pas des modifications sur la structure porteuse et à l'espace architectural. Il existe trois types de rénovation :

Rénovation partielle

Cette opération se concentre sur qu'une seule partie de la construction, il s'agit d'une opération la plus complexes sur le stade d'organisation, par ce qu'elle est effectuée en plein fonctionnement.

Rénovation courante

Ce type de rénovation touche le bâtiment en général ou une partie autonome préalablement délimitée. Les travaux de rénovation dans cette catégorie se limitent aux travaux de revêtement de surface ou à des travaux préparatoires pour améliorer la protection contre l'incendie, le bruit et à l'isolation thermique.

Rénovation générale

Les mesures de rénovation générale tendent à remettre complétement le bâtiment à son état de gros œuvre, ce qui implique un coût des travaux très élevé. D'après (Bergeron & Montréal, 2000) la rénovation d'un bâtiment consiste en son amélioration fonctionnelle, physique et esthétique sans modification de la vocation de l'ensemble.

Il y en a deux catégories de rénovation :

Rénovation ayant objet d'améliorer et de remettre en valeur la qualité de vie dans la maison en augmentant le confort (finition du sol, installation d'une baignoire d'hydromassage, installation d'un système de sécurité central, …etc.).

Rénovation ayant objet de corriger un problème ou de maintenir le bon fonctionnement d'une installation (changer de fenêtre, installer des isolants thermiques ou acoustiques, etc.).

5.2.Définition du concept –Rénovation acoustique-

Alors que la performance énergétique est régulièrement améliorée, une opération de rénovation porte rarement sur l'amélioration de l'acoustique du bâtiment, ce qui tend à renforcer l'impression que le bâtiment est un lieu où il fait bon vivre. L'efficacité énergétique est régulièrement améliorée, ce qui tend à améliorer la perspective du voisinage. Si aucune mesure n'est prise, cela augmente généralement le bruit du voisinage (QUALITEL, 2018).

5.3.Différence entre rénovation et réhabilitation acoustique

Selon le site Web (OCCEN, s. d.) dans le langage de l'architecture, la rénovation d'un bâtiment consiste à le démolir et à le recommencer. Elle implique donc des procédures exigeantes, comme, par exemple, des travaux de rénovation. Mais en réalité, la rénovation d'une maison ou d'un appartement consiste à le rendre plus fonctionnel, plus attrayant ou plus agréable, par exemple en modernisant le système électrique, en peignant ou en réaménageant la salle de bains.

Qu'en est-il de la réhabilitation ? En architecture, la réhabilitation consiste à remodeler sans démolir. La disposition architecturale originale des structures a été conservée. La propriété a été réorganisée et distribuée. Il s'agit d'une remise à neuf, mais plus sophistiquée et soumise à un contrôle réglementaire plus strict. Les projets de réhabilitation servent souvent à modifier l'utilisation prévue du bien. Par exemple, la transformation d'un entrepôt en une unité résidentielle.

5.4.Démarche de la rénovation acoustique dans le bâtiment

L'application de l'opération de rénovation acoustique passe par tout un processus cohérent, défini selon les codes et les normes conventionnelles.
Il est recommandé comme suit :

- Diagnostiquer la situation sonore de la source d'émission du bruit.
- Identifier la nature du bruit (bruit aérien venant de l'intérieur du bâtiment, de l'extérieur du bâtiment, bruit d'impact, bruit d'équipement)
- Repérer les parois à traiter, transmettant ce bruit.
- Identifier la nature de ces parois : quel matériau, quelle jonction avec les parois adjacentes
- Choisir la solution d'isolation adaptée aux objectifs souhaités, en s'inspirant des exigences réglementaires pour les constructions neuves, et en choisissant des systèmes dont l'indice d'affaiblissement Rw est élevé à l'isolement recherché, afin de prendre en compte les pertes latérales et d'assurer le confort.

6. Traitement acoustique dans le bâtiment

Le traitement acoustique d'un bâtiment, dans le but d'obtenir un confort acoustique et une conformité aux exigences réglementaires, sera basé sur un traitement et un diagnostic acoustique adapté à l'usage de chaque local dans le bâtiment.

Il existe deux types de traitement acoustique dans le bâtiment :

L'isolation acoustique : appliquée pour réduire la transmission du bruit entre l'extérieur et l'intérieur et entre l'intérieur et l'intérieur, à l'aide des matériaux isolants.

La correction acoustique : appliquée pour avoir une qualité sonore appropriée sans l'effet de l'écho, à l'aide des matériaux absorbants.

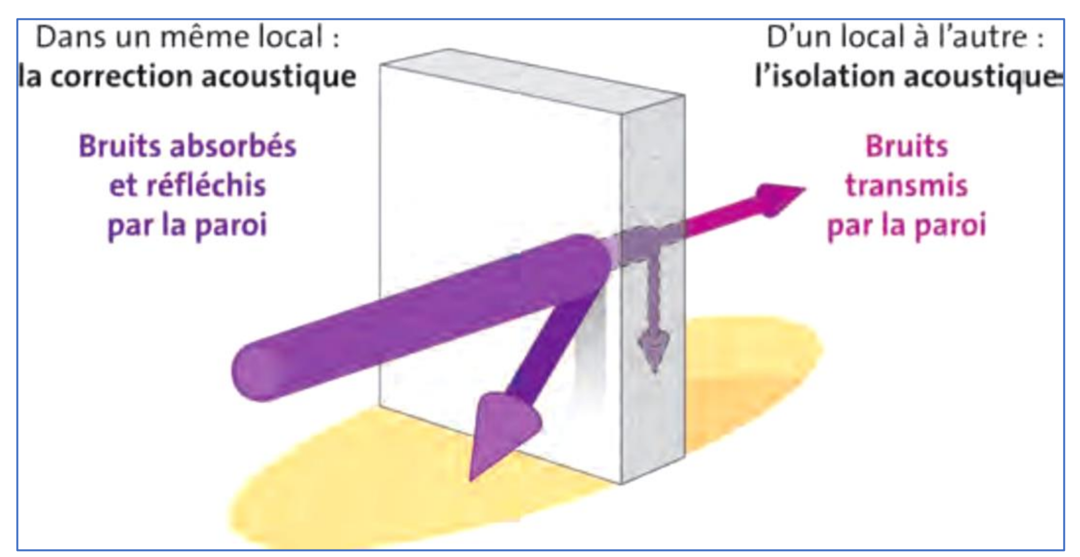


Figure 23 : Différence entre l'isolation et la correction acoustique. Source : Saint Gobain, 2012

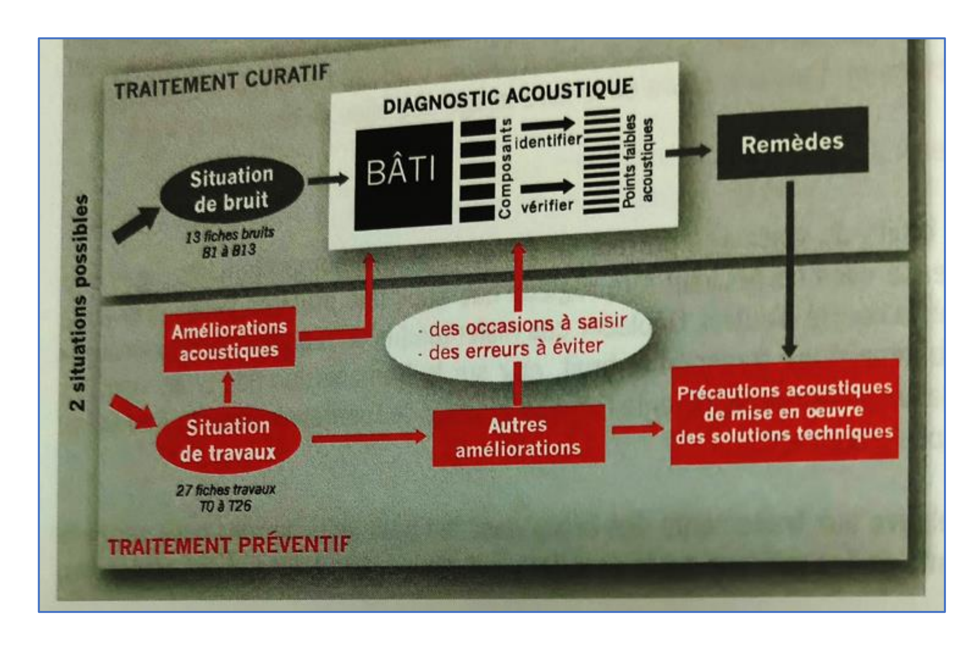


Figure 24 : Schéma de traitement acoustique dans l'habitat existant. Source : Simonine, 2004

6.1.L'isolation acoustique

L'isolation acoustique vise à se prémunir contre le bruit en provenance d'autres locaux ou de l'extérieur (Veritas & Ducamp, 2015).

Elle exprime un terme générique désignant l'ensemble des systèmes constructifs ou procédés techniques mis en œuvre pour obtenir des isolements acoustiques déterminés.

L'isolation acoustique vise donc à appliquer des dispositifs pris en compte pour réduire la transmission de l'énergie depuis les sources sonores qui la produisent jusqu'aux lieux qui doivent être protégés (Hamayon, 2008).

La capacité des éléments de construction ou des structures à réduire la transmission du son est connue sous le nom d'isolation acoustique, et elle est généralement mesurée sur une gamme de fréquences, généralement de 100 Hz à 3150 Hz. En raison de la transmission des bruits de flanc, les résultats sur site diffèrent souvent des mesures en laboratoire.

La surface de la cloison de séparation, le volume et les caractéristiques d'absorption acoustique de la pièce de réception doivent tous être pris en compte lors de la comparaison des propriétés d'isolation acoustique. Une "valeur d'isolation" unique serait utile pour la comparaison des produits (GRACEY & ASSOCIATES, s. d.).

6.1.1. Principes de l'isolation acoustique

Afin d'arriver à bien isoler une pièce ou un local récepteur de bruit, il existe une multitude de solutions techniques qui aident à réduire le niveau sonore, nous citons ci-après les différents principes de l'isolation acoustique :

L'étanchéité

La transmission du son d'une pièce à l'autre ou à travers une façade est empêchée par l'étanchéité acoustique.

Murs de maçonnerie : le mortier qui maintient les blocs ensemble ou la porosité du béton dans certains blocs creux peut être le point faible. Certains blocs de béton creux. L'application d'une couche suffisamment épaisse (de l'ordre du centimètre) sur les deux faces permet d'obtenir une imperméabilisation.

Pour les parois sèches, il faut veiller à ce que le matériau utilisé pour le joint entre les panneaux ait une masse suffisante pour absorber les déformations potentielles du mur. L'intersection de murs parallèles est particulièrement sensible car l'angle est un foyer d'énergie acoustique.

Menuiserie : Les seuils de porte représentent un défi lors de l'installation de joints périphériques pour assurer l'étanchéité des portes et des fenêtres.

Ventilation et conduits : Parce que c'est ainsi que l'on communiquait autrefois sur les bateaux, la transmission du son par les conduits est souvent appelée "effet téléphone". Pour permettre le renouvellement de l'air sans infiltration d'air ni pénétration d'énergie acoustique, des évents isolants testés en laboratoire sont nécessaires (Rapin, 2017).

Loi de masse

C'est une loi expérimentale qui indique que dans le cas d'un mur homogène, l'isolation acoustique augmente de 6 dB à chaque fois que la masse surfacique du mur est doublée (Vittone, 2010). Toutefois, en fonction de la loi de masse, il est difficile d'atteindre un haut niveau d'isolation acoustique au basses fréquences dû à l'effet de résonance (figure 25).

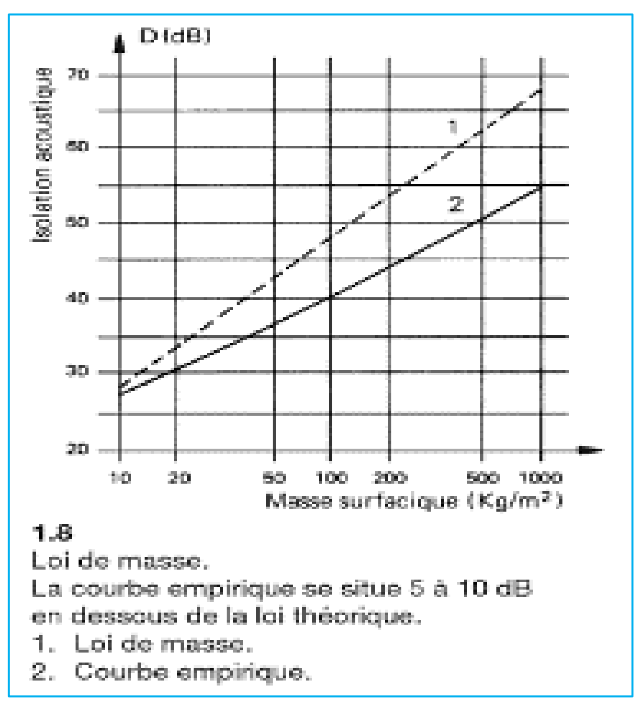


Figure 25 : Graphique sur la loi de masse. Source : Vitonne, 2010

Loi de masse-ressort-masse

Une suspension est utilisée dans le système masse-ressort (comme ceux utilisés dans les automobiles). Lorsque la fréquence est nettement supérieure à la fréquence de résonance, le ressort limite la transmission des vibrations entre la masse et son support. La coupure est améliorée et le ressort atteint une coupure plus importante aux fréquences supérieures à la résonance (RAPIN, 2017).

La fréquence de résonance du système masse-ressort-masse, qui dépend de la masse par unité de surface de chaque face ainsi que de l'épaisseur, de la composition et du type du ressort et de son amortisseur, détermine son efficacité. Le système est moins efficace que la loi de la masse en dessous de cette fréquence, mais il a le potentiel d'être extrêmement efficace au-dessus.

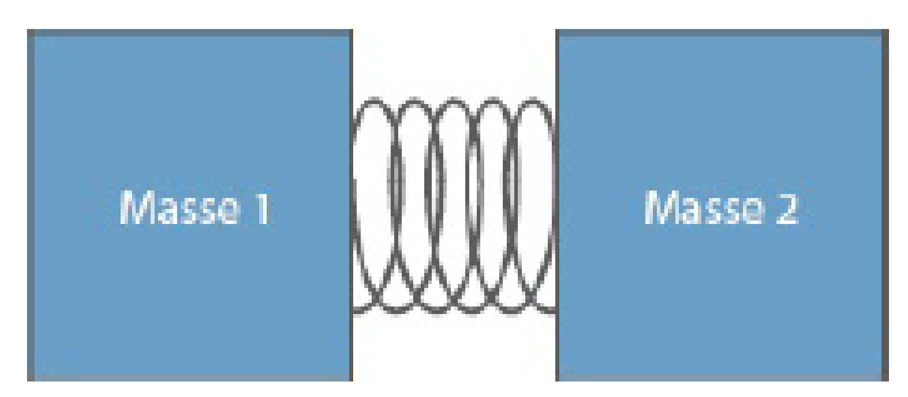


Figure 26 : Principe de masse-ressort-masse. Source : Rapin, 2017

Désolidarisation

Toutes les parois qui sont rigidement attachées à un mur vibrent lorsqu'il est mis en mouvement. C'est ce qu'on appelle la transmission latérale. Un mur léger ne déplace pratiquement jamais un mur lourd, mais faire le contraire est simple. Cette transmission est

fonction de la masse des murs. Il est simple de faire l'inverse. Plus la surface d'une paroi est en vibration et donc émettrice d'énergie acoustique, donc plus la pression est transmise avec la pression acoustique. Une rupture est créée lorsqu'une paroi est séparée d'une autre, empêchant tout contact rigide entre les deux parois.

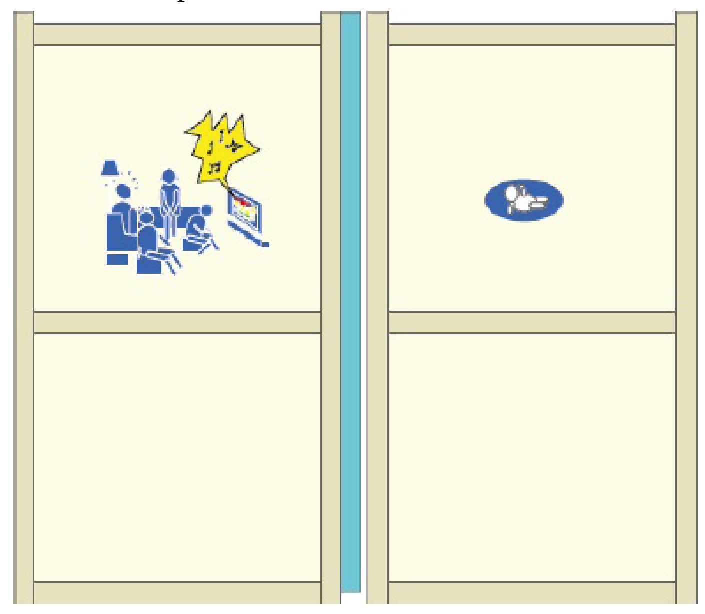


Figure 27 : Vue sur un logement désolidarisé par un joint de dilatation. Source : Rapin, 2017

Un découplage tridimensionnel est possible. C'est la méthode de construction "boite dans la boite" utilisée pour les studios d'enregistrement ou les immeubles à tiroirs, où les appartements ont la forme de tiroirs suspendus au bâtiment. Des supports anti-vibration, placés sur le plancher en bois du bâtiment, sont utilisés pour relier les deux. Ensuite, un plancher flottant sera placé sous la nouvelle structure. Toutes les faces de la pièce sont revêtues de matériaux acoustiques. Ces revêtements auront moins de contact avec les murs existants et seront plus performants en termes d'isolation acoustique qu'ils seront découplés (figure 28).

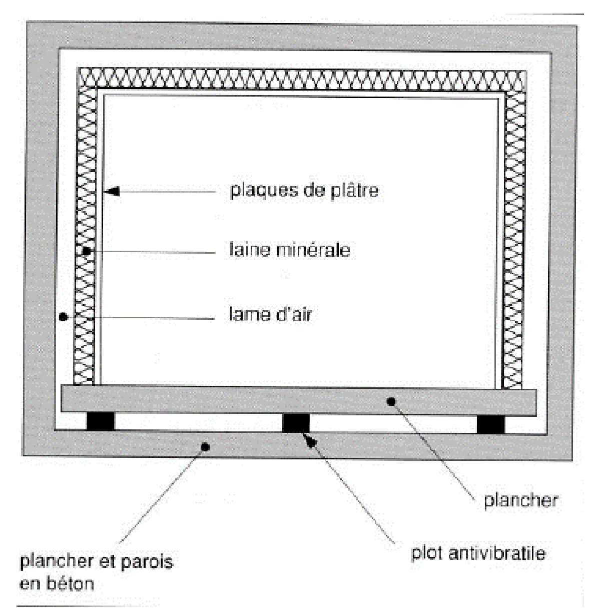


Figure 28 : Principe de la boite dans la boite. Source : Rapin, 2017

6.1.2. Isolation aux bruits aériens entre les pièces

Tenir compte de l'insonorisation entre deux pièces, il est possible d'établir une relation simple entre l'affaiblissement de transmission et les niveaux de pression acoustique dans les deux pièces, en supposant que les champs sonores sont diffus dans les deux espaces. La pièce source et la pièce réceptrice sont les noms des deux pièces, respectivement.

Dans le processus de l'isolation acoustique, un ensemble des indicateurs sont utilisés lors d'un mesurage, ou calculé suivants les formules développées par l'organisation internationale de normalisation (ISO). On a :

L'isolement brut (Db)

On définit l'isolement acoustique brut est la différence entre le niveau de pression acoustique L1 émis dans un local appelé « local d'émission » et le niveau de pression acoustique L2 dans le « local de réception ». Il est exprimé en dB par la formule :

$$Db = L1 - L2$$

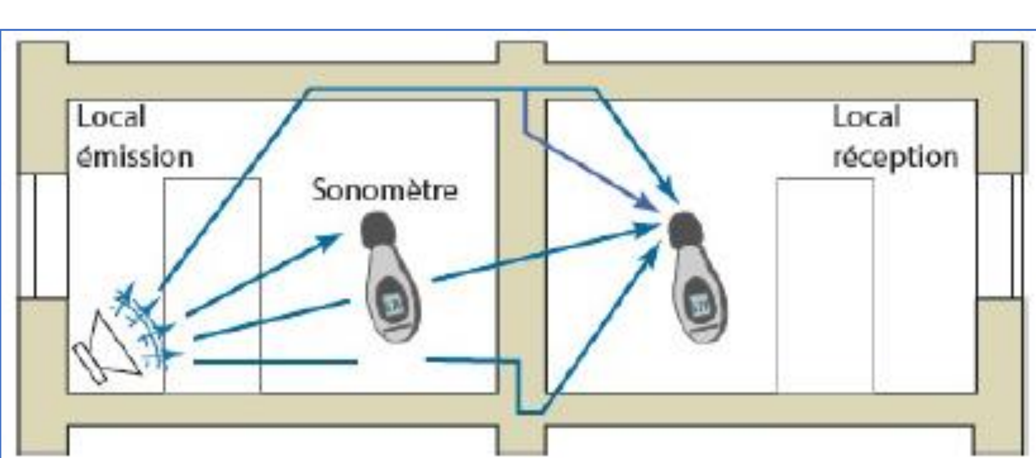


Figure 29 : Mesurage de l'isolement brut. Source : Rapin, 2017

L'isolement standardisé pondéré (DnT, w)

L'isolement acoustique standardisé pondéré exprimé par l'indice $D_{nT,\,w}$ exprimé en dB permet d'évaluer les performances d'isolement acoustique aux bruits aériens, d'origine intérieurs ou extérieurs des locaux d'un bâtiment.

Isolement acoustique standardisé pondéré entre deux locaux séparés par une paroi séparative est mesuré in situ. Il peut être estimé par la formule :

$$DnTA = Rw + 10.\log\left(0{,}32.\frac{V}{S}\right) - a$$

Où :

R_W = indice d'affaiblissement acoustique pondéré de la paroi séparative en dB.
V = volume du local
S = surface de la paroi séparative
a = valeur des transmissions latérales

Il existe d'autre formule si on fait des mesures in situ :

$$DnTA = Db - 10.\log T/T0$$

Où :

Db = isolement brut en dB entre deux locaux
T = temps de réverbération mesuré du local
To = temps de réverbération de référence, ça dépond de la nature du local étudié.

Indice d'affaiblissement acoustique (R)

L'indice d'affaiblissement acoustique R est la quantité logarithmique correspondante définie comme suit :

$$R = 10.\log\left(\frac{1}{\tau}\right) = 10.\log\frac{W1}{W2}$$

Où le facteur de transmission τ d'une surface donnée est défini par la puissance acoustique, le rapport entre la puissance transmise Wt et la puissance Wi incidente sur la surface.

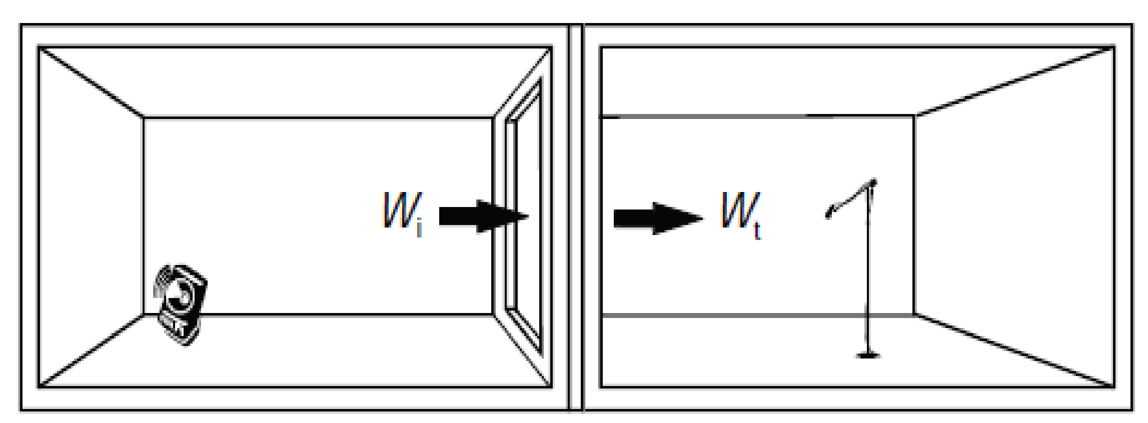


Figure 30 : Mesurage de l'indice d'affaiblissement acoustique en laboratoire. Source : Vigran, 2008

L'indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w (C ; Ctr) exprimé en (dB) permet de mesurer les performances d'affaiblissement acoustique aux bruits aériens, d'origine intérieurs ou extérieurs, des éléments du bâtiment comme, par exemple, les cloisons, plafonds, doublages, fenêtres, toitures (Asselineau, 2015).

Il est judicieux d'utiliser un seul chiffre plutôt que l'ensemble de la courbe de fréquence pour décrire la capacité d'isolation acoustique des constructions, en particulier lorsqu'elle est liée aux exigences acoustiques des codes du bâtiment.

Ces dernières sont généralement constituées de données dans des bandes de fréquence d'un tiers entre 100 et 3150 Hz ou dans une gamme élargie entre 50 et 5000 Hz. Nous avons choisi une courbe d'affaiblissement acoustique appropriée à comparer avec nos données de mesure, car la méthode permettant de remplacer ces données par un seul chiffre repose sur l'utilisation d'une courbe de référence.

Lorsqu'on utilise 16 fréquences de mesure, la courbe de référence est déplacée par pas de 1 dB vers la courbe mesurée jusqu'à ce que la somme des écarts défavorables soit aussi élevée que possible sans dépasser 32,0 dB afin de calculer la valeur numérique unique R_w conformément à la norme ISO 717-1 (ISO, 2020).

Lorsque le résultat de la mesure est inférieur à la valeur de référence, il y a un écart défavorable à cette fréquence. Seuls les écarts négatifs sont pris en compte, c'est-à-dire que les

données d'isolation acoustique élevées dans la gamme de fréquences supérieures ne compensent pas une mauvaise isolation aux basses fréquences (VIGRAN, 2008).

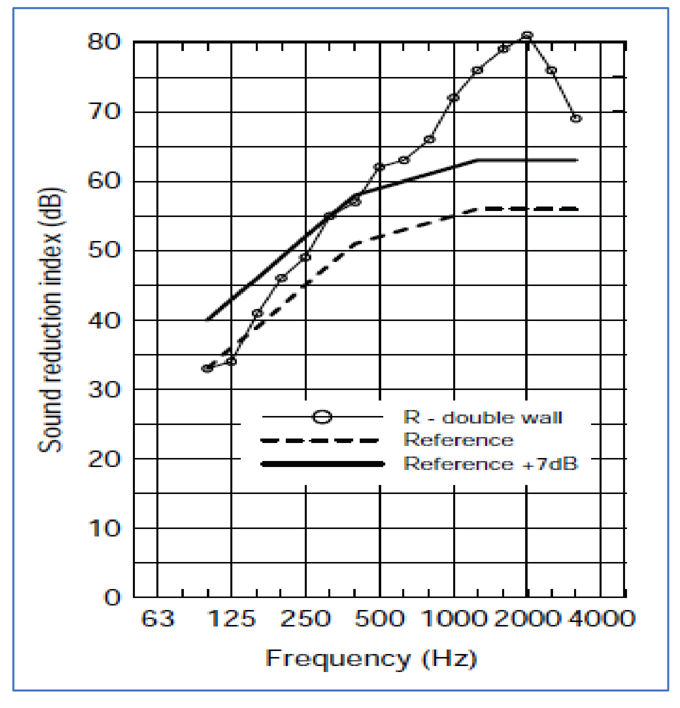


Figure 31 : Courbe de référence selon ISO717-1. Source : Vigran, 2008

Indice d’affaiblissement acoustique apparent (R’)

La situation typique dans un bâtiment est l'existence d'un grand nombre de voies de transmission de l'énergie sonore (figure 32), contrairement à la situation de mesure dans un laboratoire. Comme le montre la figure, l'énergie sonore peut être transmise de différentes manières, notamment directement à travers la cloison, les constructions adjacentes, les fissures, la sortie et l'entrée par les fenêtres, un conduit de ventilation commun, les gaines de câbles, etc.

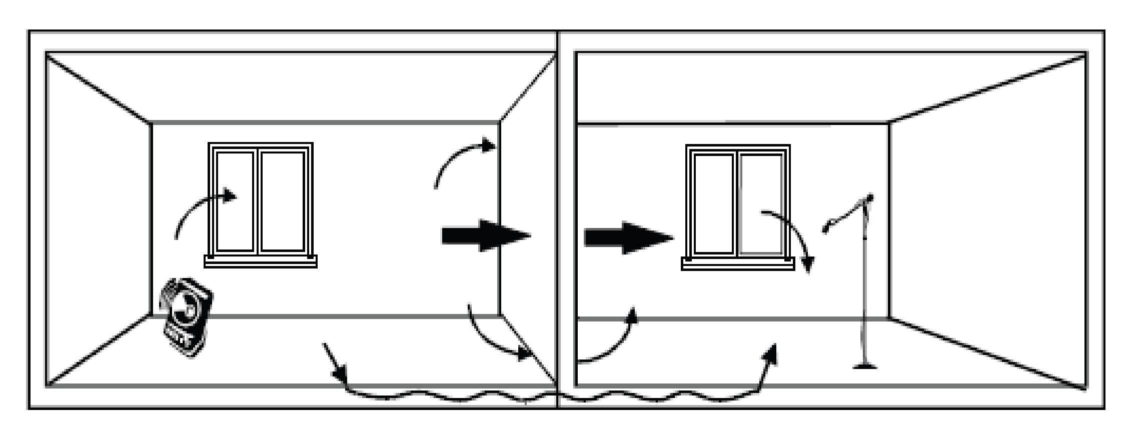


Figure 32 : Mesurage de l'indice d'affaiblissement acoustique apparent in-situ (Vigran, 2008)

Les exigences en matière d'isolation acoustique du bruit des avions dans les bâtiments sont généralement déterminées par des limites supérieures spécifiques de l'indice d'affaiblissement acoustique.

On utilise ici la même procédure de mesure et la même méthode de calcul que dans le laboratoire. Cependant, étant donné que les différentes contributions au niveau de pression

acoustique dans la zone de réception ne sont pas quantifiées. Le calcul s'est fait avec la formule suivante :

$$R' = L1 - L2 + 10.\log S/A$$

Origine du bruit	Évaluation des performances	Indice mesure de laboratoire	Indice mesure in situ	Comment réduire le bruit
Bruit aérien intérieur / bruit rose	Différence de bruit entre deux locaux	**R_A = R_w+C** (en dB) Indice d'affaiblissement acoustique au bruit rose	**$D_{nT,A}$ = $D_{nT,w}$ + C** (en dB) Isolement acoustique au bruit rose	Diminution du bruit lorsque **R_A** ou **$D_{nT,A}$** élevé
Bruit aérien extérieur / bruit trafic routier	Différence de bruit entre l'extérieur et l'intérieur	**$R_{A,tr}$ = R_w+C_{tr}** (en dB) Indice d'affaiblissement acoustique au bruit route	**$D_{nT,A,tr}$ = $D_{nT,w}$ + C_{tr}** (en dB) Isolement acoustique au bruit route	Diminution du bruit lorsque **$R_{A,tr}$** ou **$D_{nT,A,tr}$** élevé

Figure 33 : Récapitulatif des indicateurs d'évaluation de performances acoustiques (ISOVER, 2007)

Les Indices statistiques

Lorsque le bruit n'est pas stable, il peut être caractérisé par des indices sonores statistiques :

L1 : niveau dépassé pendant 1% de temps mesurage (bruit maximal).

L10 : niveau dépassé pendant 10% de temps mesurage (bruit crête).

L50 : niveau dépassé pendant 50% de temps mesurage.

L90 : niveau dépassé pendant 90% de temps mesurage.

L99 : niveau dépassé pendant 99% de temps mesurage.

6.1.3. Isolation aux bruits aériens extérieurs

Ces mesures peuvent être utilisées pour évaluer la résistance de la façade aux sources de bruit extérieures ou la perte de transmission d'un élément de façade spécifique, comme une fenêtre. Ainsi, la méthode globale et la méthode par élément sont les deux méthodes décrites par la norme ISO 16283-3 (ISO, 2016). Un haut-parleur ou le bruit du trafic actuel peuvent être utilisés comme source sonore pour la mesure. Pour la méthode par éléments, il est préférable de mesurer à l'aide d'un haut-parleur, alors que le bruit de la circulation est la source préférée pour la méthode globale.

Isolement acoustique standardisé ($D_{2m, nT}$)

Comme pour la mesure de l'isolation acoustique entre deux pièces, le niveau de pression acoustique extérieur est mesuré à une distance de 2,0 m de la façade, et dans la pièce de réception, le niveau de pression acoustique moyenné dans le temps et dans l'espace est mesuré dans cinq positions fixes ou avec un microphone mobile.

La différence de niveau mesurée peut être normalisée (ajustée à une surface d'absorption de 10m²) ou standardisée (ajustée à un temps de réverbération de 0,5 s).

Selon la norme NF 12354-3 (ISO, 2017), les grandeurs suivants caractérisent les performances acoustiques du bâtiment :

$$D2m,nT = L1{,}2m - L2 + 10.\log T/T0$$

Où : $L_{1,2m}$ est le niveau de pression acoustique à 2,0 m devant la façade.
L_2 est le niveau de pression acoustique moyen dans l'espace dans le local de réception.
T est le temps de réverbération dans le local de réception (s).
T_0 = 0,5 s est le temps de réverbération de référence.

Isolement acoustique normalisé ($D_{2m,n}$)

Différence entre le niveau de pression acoustique à l'extérieur, à 2 m en avant de la façade, et le niveau de pression acoustique dans le local de réception, correspondant à une valeur de référence de la surface d'absorption. L'isolement acoustique normalisé est évalué à partir de :

$$D2m,n = L1{,}2m - L2 + 10.\log A/A0$$

Où : A0 est la surface d'absorption acoustique équivalente de référence, en mètres carrés ; pour les immeubles d'habitation, elle est égale à 10 m².

Indice d'affaiblissement acoustique apparent (R'45°)

Isolement aux bruits aériens par un élément de construction lorsque la source sonore est un hautparleur et l'angle d'incidence de 45°. Cet indice d 'affaiblissement acoustique apparent est évalué à partir de :

$$R'45° = L1,s - L2 + 10.\log\frac{S}{A} - 1{,}5\ dB$$

Où : $L_{1,S}$ est le niveau moyen de pression acoustique sur la surface extérieure de l'élément de construction, y compris les effets de réflexion par la façade, en décibels
L2 est le niveau moyen de pression acoustique dans le local de réception, en décibels.
S est la surface de l'élément de construction, en mètres carrés.
A est la surface d'absorption acoustique équivalente dans le local de réception, en m².

Indice d'affaiblissement acoustique apparent ($R'_{tr,s}$)

Affaiblissement des bruits aériens par un élément de construction lorsque la source sonore est le bruit de la circulation. Cet indice d'affaiblissement acoustique apparent est évalué à partir de la formule suivante :

$$R'tr,s = Leq,1,s - Leq,2 + 10.\log\frac{S}{A} - 3\ dB$$

Où Leq,1 s est le niveau moyen équivalent de pression acoustique sur la surface extérieure de l'élément de construction, y compris les effets de réflexion par la façade, en décibels.
Leq,2 est le niveau moyen équivalent de pression acoustique dans le local de réception, en décibels.

6.2.La correction acoustique

La correction acoustique vise à se prémunir contre le bruit en provenance du local dans lequel on se trouve ou à apporter de bonnes conditions de l'écoute et une meilleure intelligibilité des paroles (Veritas & Ducamp, 2015).

La correction acoustique vise à limiter la réverbération, le niveau de l'onde sonore et à améliorer l'intelligibilité de la parole dans un local (SAINT, 2012).

Le traitement des réflexions des ondes sonores sur les parois de l'espace où le bruit est généré constitue cette action. Ce traitement a un impact audible sur l'environnement acoustique de la pièce (Simonin-Adam, 2002).

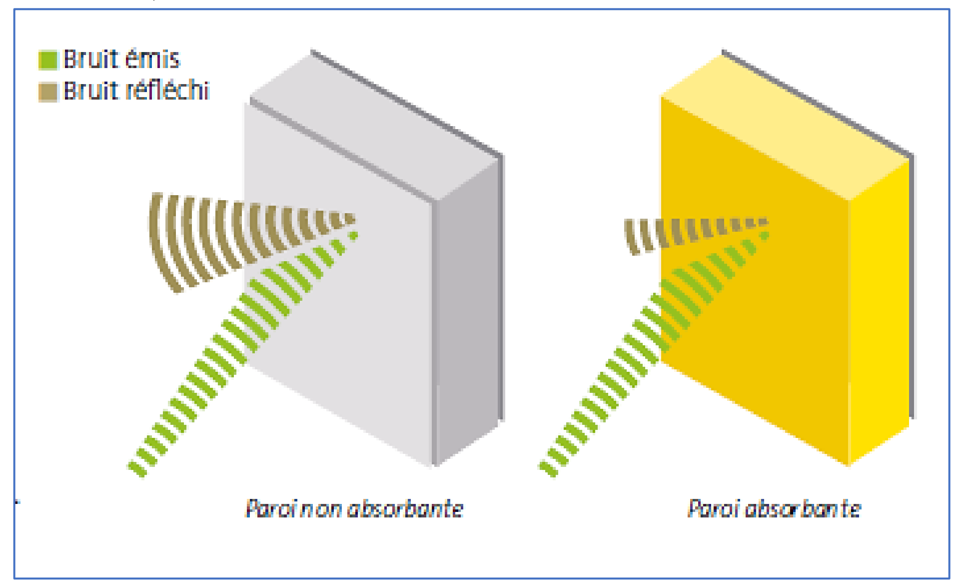


Figure 34 : Principe de la correction acoustique. Source : ISOVER, 2007

6.2.1. Théorie de la durée de réverbération

Le temps de persistance du son appelé aussi temps ou durée de réverbération dépond particulièrement du volume du local étudié et ses propriétés d'absorption acoustique (Vittone, 2010).

Cette durée, notée Tr, est le temps nécessaire pour que la puissance d'un bruit décroisse de 60 dB par rapport à sa valeur initiale. Ce temps de réverbération :

Sera variable selon les fréquences,

Augmentera avec le volume de la pièce,

Diminuera quand la surface d'absorption augmentera (pièce avec et sans mobilier)

Diminuera quand l'absorption des matériaux augmentera (pièce avec et sans tapis) Ainsi plus le local comportera de matériaux absorbants, plus la durée de réverbération sera courte.

La durée de réverbération est liée au volume de la pièce et à l'aire d'absorption équivalente des parois, dans le cas de volumétries de pièces simples :

$$Tr = 0{,}16\, V/A$$

Où : **V** est le volume de la pièce et **A** l'aire d'absorption équivalente des parois.

C'est la plus célèbre des formules de l'acoustique date de 1898 et fut établie par Wallace Clément Sabine (1868-1919), considère comme le père fondateur de l'acoustique architecturale. A l'époque, il est professeur de physique à l'université de Harvard et il avait observé lors de ses recherches que le sont dans une pièce fermée se prolongeait après arrêt de l'émission sonore et que cela pouvait nuire à la bonne intelligibilité du message à diffuser. Ce sont les multiples réflexions dans le local qui prolongent la persistance du son, phénomène plus communément nomme réverbération (Poirrier, 2012).

6.2.2. Coefficient d’absorption α

Le coefficient d’absorption **α** représente un rapport entre l'énergie sonore non réfléchie et l'énergie incidente. L’absorption des matériaux isolants est caractérisée par **un coefficient d’absorption**, noté α**w**. Ce coefficient est compris entre 0 et 1.

Plus α_w est proche de 1, plus le matériau est absorbant. A contrario, plus α_w est proche de 0, moins le matériau est absorbant, autrement dit plus il réfléchit le bruit dans la pièce.

$\boldsymbol{\alpha_W}$ est un coefficient unique prenant en compte l’ensemble des fréquences, déduit des mesures d’absorption réalisées en fonction de la fréquence, selon la norme NF EN ISO 354.

Ces mesures en fonction de la fréquence sont notées **αs** (alpha sabine) afin d’éviter toute confusion et peuvent prendre des valeurs plus grandes que 1,0.

6.2.3. Aire d’absorption équivalente

L’aire d’absorption équivalente définit le pouvoir absorbant d’un local, elle s’exprime en m². Plus cette valeur est grande, plus les parois du local absorbent l'énergie sonore et moins le local résonne. Cette aire est calculée à partir des différentes surfaces de parois multipliées par leurs coefficients d'absorption acoustique respectifs.

$$\boldsymbol{A = \sum Si.\alpha i}$$

Conclusion

A la fin de ce chapitre, nous avons éclairé l’aspect théorique du sujet de l’acoustique du bâtiment, par la mise en place des définitions des différents concepts du son et du bruit, qui nous permettent de comprendre la synchronisation entre eux. Nous avons intentionnellement surligné les effets néfastes du bruit sur la santé humaine, dans une approche qui vise à faire apparaitre l’importance et la nécessité de la lutte contre ce fléau.

De plus, l’essentiel des informations présentées dans ce chapitre qui a concerné la description de différentes grandeurs utilisées pour l’évaluation des performances acoustiques lors d’une opération de traitement acoustique de bâtiment, va nous aider à bien comprendre ce qui concernent les mesurages acoustiques.

A la fin de ce chapitre, les points conclusifs suivants peuvent être retenus :

- Tout bruit est à la base un son, mais tout son n’est pas un bruit.
- L’exposition à des niveaux élevés du bruit engendrent des effets sanitaires néfastes.
- La rénovation acoustique offre des possibilités de remède pour avoir un confort auditif sain.

CHAPITRE III. Réglementations mondiales sur le confort acoustique

Introduction

Pour les pays en voie de développement, la planification environnementale présente une perspective importante et un point clé de grande difficulté, c'est pour cette raison que les règles de protection de l'environnement ont été observés de près.

La pollution sonore, qui est le sujet de cette étude, en basant notamment sur la réglementation algérienne, est déterminée comme étant l'un des problèmes environnementaux les plus urgents de nos jours. De nombreuses mesures peuvent être prises pour améliorer le confort auditif, afin de lutter contre ce type de pollution. C'est pourquoi de nombreuses nations dans le monde ont adopté les lois et réglementations nécessaires pour faire face à ce problème.

Nous allons orienter notre vision dans ce chapitre sur l'aspect réglementaire du sujet de bruit environnemental et dans les bâtiments habités, où les différentes normes, lois et règlements sur l'échelle international et national fixant les seuils du bruit à respecter seront abordés.

1. Importance du confort acoustique dans l'habitat

Les structures d'habitation doivent présenter une isolation acoustique suffisante entre les espaces communs et privés des différentes unités autonomes, ainsi qu'une isolation acoustique suffisante des parois extérieures par rapport aux bruits aériens provenant de l'extérieur de la structure d'habitation.

Table 4 Minimum values of the standardized difference of weighted level, $D_{2m,nT,w}$, of the bedroom external wall (NBR 15575-4, 2013)

Noise class	Housing location	$D_{2m,nT,w}$ (dB)
I	Housing located far from sources of intense noise	≥20
II	Housing located in areas subject to non-fit noise situations in Class I or III	≥25
III	Housing subject to intense noise from transports and others, since that it complies with the legislation	≥30

Table 5 Equivalent sound pressure levels, $L_{Aeq,T}$, incidents on the facades of buildings for each noise class (PROACÚSTICA 2017)

Noise class	Equivalent sound pressure levels $L_{Aeq,T}$(dB)	$D_{2m,nT,w}$ (dB) (In-field testing engineering method)
I	< 60	≥20
II	61–65	≥25
III	66–70	≥30

Figure 35 : Valeurs minimums admises pour le niveau d'isolement standardisé pondéré D2m,ntw et le niveau sonore continu équivalent Leq. Source : Zannin, 2019

La figure 35 ci-dessus montre que les critères de l'isolation acoustique vis-à-vis le bruit extérieur sont appliquées seulement aux pièces habitables (chambres, séjour) et que la définition de la localisation du bâtiment et le type de bruit perçu est subjective, au point où le niveau de l'isolement sonore contre le bruit extérieur doit être au-delà de 30 dB

Les valeurs d'isolation acoustique requises peuvent être établies en tenant compte des facteurs indiqués ci-dessous :

- Type de source de bruit.
- Caractéristiques acoustiques du bruit.
- Variations temporelles (régime permanent, impulsif, interrompu, etc.).
- Critères intérieurs (niveaux de bruit intérieurs les plus élevés acceptables).
- Type de construction du bâtiment (nombre d'étages, matériau de façade, etc.).
- Proportion de la surface vitrée par rapport à la façade totale.
- Études psychoacoustiques, par exemple la relation dose/réponse (niveau de bruit et gêne).
- Utilisation de fenêtres fermées ou ouvertes en été (avec et sans système de climatisation).
- Niveaux de bruit de fond (niveaux sonores intérieurs).
- Coûts de construction.
- Codes du bâtiment.

2. Valorisation du confort acoustique

Le confort acoustique ; neuvième cible de la démarche HQE, a une très grande importance dans la construction des bâtiments résidentiels, vu qu'il a une influence remarquable sur le cadre de vie et la santé des occupants.

L'étude du confort acoustique, qui permet d'évaluer l'état environnemental d'un bâtiment, gagne en popularité. En termes de santé (problèmes de santé psychologique dans le cas des résidences, stress lié au travail dans le cas des bâtiments à usage professionnel, etc.), de bien-être et de productivité, les conséquences créées par les nuisances sonores ou une atmosphère inconfortable sont particulièrement évidentes.

Une mauvaise gestion du bruit a des conséquences graves et coûteuses pour notre société. Il existe une littérature scientifique de plus en plus abondante sur le thème du confort acoustique dans les bâtiments, mais malgré la nécessité d'un accord sur la définition et les normes du confort acoustique, les descripteurs et les seuils sonores qui doivent être respectés par les réglementations acoustiques dans les différentes nations varient considérablement.

C'est dans cet esprit que la valorisation du confort acoustique avait une place vitale dans la réglementation dans plusieurs pays de monde, dans une démarche de lutte contre la pollution sonore et la préservation de l'environnement et la santé publique.

2.1. Selon les réglementations mondiales

Nous surlignons ci-après les différentes mesures réglementaires abordées par quelques pays du monde, dans la lutte contre le bruit, soit face au bruit extérieur ou intérieur, à travers l'emploi d'un ensemble des indicateurs d'évaluation.

Vis-à-vis le bruit extérieur

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), pour une exposition moyenne au bruit, il est recommandé fortement de réduire les niveaux de bruit produit par le trafic routier inférieur à 53 décibels (dB) Lden, pour la période diurne et 45 dB pour la période nocturne, comme le bruit de la circulation routière au-dessus ce niveau est associé à des effets indésirables sur la santé (WHO, 2018).

Selon (SCHADE, 2003) depuis les années 1960, lorsque le Parlement suisse (le Bundesrat) a créé une première commission chargée de fixer des limites de bruit dans l'environnement, le problème de la pollution sonore a été reconnu. En réalité, ce panel a établi une structure qui est actuellement utilisée dans les lois anti-bruit de la Suisse.

Le règlement sur l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement a été initialement publié en Turquie en 2005. Le règlement sur l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement a été publié au Journal officiel de la Turquie le 4 juin 2010 sous le numéro 27601. Il couvre des exigences telles que les limitations de bruit (bruit routier est limité à moyen de 67 dB durant 24h) et les zones de gestion du bruit, ainsi que l'adoption de la directive sur le bruit dans l'environnement dans la législation turque (BENLIAY et al., 2019).

La directive européenne sur le bruit dans l'environnement introduite par les états membres de l'union européen a été publiée en 2002 à la suite du livre vert. L'objectif de la directive sur le bruit dans l'environnement est de développer une approche pour évaluer le degré d'exposition au bruit dans l'environnement et de proposer une approche standard pour éviter, prévenir ou réduire les conséquences négatives de l'exposition en fonction des priorités.

La directive européenne sur le bruit dans l'environnement (END) établit un cycle de cinq ans au cours duquel des cartes de bruit stratégiques et des plans d'action en matière de bruit doivent être conçus et soumis à la Commission européenne (KING & MURPHY, 2016; MURPHY & KING, 2014).

Sur les cartes de bruit, l'END a suggéré d'indiquer la "façade la plus exposée" et la "façade la plus calme". En d'autres termes, "la façade donnant sur la zone dépassant la limite de bruit stipulée" est la définition d'une façade calme, qui est définie comme ayant un différentiel de niveau sonore de plus de 20 dB par rapport à la façade la plus bruyante. C'est un sujet qui fait l'objet de débats à l'échelle mondiale, mais même les façades silencieuses nécessitent une certaine isolation car les niveaux de bruit peuvent augmenter (KURRA & DAL, 2012).

Aux États-Unis d'Amérique (USA), depuis 1974, l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) recommande une limite d'exposition de 55 dBA sur 24 heures afin de préserver le public de tout effet néfaste sur la santé et le bien-être dans les zones résidentielles. En outre, l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) préconise une seconde limite d'exposition de 70 dB, un niveau d'exposition moyen continu égal sur 24 heures [Leq (24)] est utilisé comme limite pour prévenir la perte d'audition.

Contrairement à la limite LDN de 55 dBA, la limite de 70 dBA considère que les expositions diurnes et nocturnes sont également nuisibles à l'audition (Hammer et al., 2014). Les règlementations relatives à la pollution sonore en Inde en 2000 ont été mises en œuvre pour prendre en charge et prévenir la pollution sonore dans les zones industrielles, commerciales et résidentielles, ainsi que pour préserver la pollution sonore dans les zones calmes, telles que les hôpitaux, les établissements d'enseignement et les bibliothèques. Dans les zones résidentielles, le niveau de bruit ambiant doit être de 55 dB le jour et de 45 dB la nuit (PODDAR, 2017).

Depuis 1983, la Colombie dispose de lois sur la protection contre le bruit qui ont été créées par le ministère de la santé. Ces lois ne régissent pas l'isolation acoustique mais plutôt le niveau de pression acoustique maximal autorisé à l'intérieur. Pour les zones résidentielles, les limites étaient de 65 dBA pendant le jour (de 7 h à 21 h) et de 45 dBA pendant la nuit (de 9 h à 19 h) (MACHIMBARRENA et al., 2019).

Vis-à-vis le bruit intérieur

La plupart du temps, l'isolation aux bruits aériens, l'isolation aux bruits d'impact et l'isolation aux bruits de façade sont toutes spécifiées dans les normes acoustiques des bâtiments. Les niveaux maximaux de pression acoustique intérieure et d'autres spécifications acoustiques relatives au bruit des équipements/installations de service et/ou au temps de réverbération dans les parties communes sont parfois inclus dans les règles.

Dans les pays de l'Amérique latine (MACHIMBARRENA et al., 2019), en Argentine, l'indice d'affaiblissement acoustique apparent R'w, l'isolement acoustique normalisé pondéré L'nw pour le bruit d'impact et l'isolement acoustique normalisé D2m,nT,w sont les paramètres acoustiques à utiliser pour évaluer l'acoustique des bâtiments, selon la norme IRAM 4044 qui a été approuvée en novembre 2015 et appliquée aux bâtiments résidentiels. Les restrictions varient selon la classe, le type de bâtiment et le type d'espace. Des circonstances variées, comme les chambres et les couloirs d'hôpitaux, les écoles et les couloirs, ainsi que les salles de classe et les environnements bruyants, ont des exigences différentes. À titre d'illustration, l'isolation minimale aux bruits aériens nécessaire pour la classe I est de R'w 50 dB entre des maisons voisines, alors que R'w 47 dB est nécessaire entre deux chambres d'hôtel.

Pour la Colombie, les réglementations visant à protéger les citoyens contre le bruit existent depuis 1983 et ont été produites par le ministère de la santé. Elles ne réglementent donc pas l'isolation acoustique, mais le niveau maximal de pression acoustique à l'intérieur. La limite maximale de bruit pendant le jour a été modifié et est passée de 65 dBA à 55 dBA pour les zones résidentielles pendant le jour et 45 dBA pendant la nuit.

En Uruguay, il n'y a pas de réglementation nationale concernant l'acoustique des bâtiments, mais il existe certaines limites municipales à l'émission de bruit. Dans la municipalité de Montevideo, il existe une exigence pour les murs et les sols qui doivent fournir au minimum une "isolation sonore" de 45 dB.

A propos de bruit intérieur perçu dans les bâtiments, (ALONSO et al., 2020) ont pris les travaux de Rasmussen sur les pays européens (RASMUSSEN, 2019), et les ont appliqués à un examen mondial des nouvelles exigences législatives pour l'isolation acoustique du bruit aérien et d'impact. Des réglementations régissant l'isolation acoustique des habitations sont en place dans la majorité des pays européens, et différents pays disposent de systèmes de catégorisation. Cependant, il existe une grande variabilité dans les descriptions, les spécifications et les critères de classe pour l'isolation acoustique, et malheureusement, il n'y a aucun signe d'augmentation ou d'harmonisation de cette diversité (RASMUSSEN & MACHIMBARRENA, 2014).

Les descripteurs les plus souvent utilisés, selon cette analyse, sont ceux établis dans la série de normes internationales ISO 717 (ISO, 2020), où la mesure peut être effectuée selon la série de normes ISO 16283 (ISO, 2016), comme il est indiqué dans le tableau 1.

Ce qui à remarquer également en vue d'ensemble des descripteurs acoustiques proposés dans les réglementations européennes que :

Toutes les valeurs des quantités globales ont été normalisées en fonction du temps de réverbération, et qu'ils ne dépassent pas le niveau d'isolement standardisé DnT de 53 dB.

Toutes les quantités considèrent la gamme de fréquences de 50 à 3150/2500 Hz, ou 63-8000 Hz pour les bruits d'équipement.

L'évaluation de toutes les quantités peut être considérée comme basée sur la pondération A du niveau reçu.

Les descripteurs sont tous indiqués par un symbole unique, aussi "lisible" que possible, afin de réduire au minimum la confusion pour les utilisateurs, tels que DnT, $_{Atr}$, etc. aussi "lisible" que possible pour minimiser la confusion des utilisateurs, comme DnT, $_{A,tr}$, et non plus comme une somme comme DnT,$_{w}$ + Ctr.

Tableau 1 : Résumé des descripteurs de l'isolation acoustique aérien avec les exigences utilisées dans les nouveaux bâtiments. Source : (Gramez et al., 2021)

Descripteurs	Exigences (dB)	Pays
DnT, w	45	Brésil, USA (or
		STC 50)
	50	Portugal
	53	Allemagne, Slovaquie
		(R'w or DnT, w)
	55	Autriche, Finlande,
		Lituanie (DnT, w or
		R'w)
	56	Scotland
DnT, w + Ctr	45	Angleterre & Wales,
Terme d'adaptation Ctr, calculé avec spectre No. 2 (bruit routier urbain pondéré-A, donné par ISO 717–1		Australie
DnT, w + C	53	France
Terme d'adaptation C calculé avec spectre No. 1 (bruit rose pondéré A), donné par ISO 717-1	52	Suisse, Turquie
DnT, A DnT, w + C100-5000	50	Espagne
DnT, w + C50-3150	52	Suède
R'$_{W}$	50	Grèce, Italie,

Indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré défini dans la norme ISO 140-4		Argentine
	52	Croatie, Serbie, Slovénie
R'w + C	53	Bulgarie
	50	Pologne
	51	Hongrie
	52	Pays-Bas
	53	Slovakie (R'w or DnT, w)
	54	Latvia
	55	Estonie, Iceland,
		Ireland, Lituanie,
		Norvège, Danemark
ASTC	47	Canada

2.2. Selon la réglementation Algérienne

La pollution sonore en Algérie a été abordée comme un enjeu à prendre en compte et à maîtriser, dans la réglementation acoustique nationale depuis l'indépendance, avec un premier objectif de préserver la santé et la tranquillité publique dans les espaces extérieurs et à l'intérieur des logements.

Elle a été initiée pour la première fois par l'arrêté du 25 février 1964 relative à la lutte contre les bruits excessifs, qui stipule dans ses articles 1 et 2 l'interdiction de toute nuisance sonore de nature à troubler la tranquillité publique et le bien-être des habitants, notamment les bruits persistants émis par les véhicules dont les silencieux et les pots d'échappement ont été modifiés. Puis par l'arrêté du 4 avril 1972 relative à la mesure du bruit produit par les seuls véhicules à moteur et aux conditions imposées aux dispositifs silencieux, fixant des seuils pour les niveaux sonores maximaux Lmax pour un moteur en marche, en fonction de la catégorisation des véhicules.

Par ailleurs, le sujet de lutte contre les nuisances sonores, que ce soit en milieu urbain, dans les locaux d'habitation, soit en milieu professionnel, a été abordé brièvement et de manière générale à travers des lois, des décrets et des arrêtés, depuis 1982, jusqu'au dernier texte réglementaire publié en 2018 par la loi de la protection de la santé.

On montre ci-après par un ordre chronologique, l'essentiel valide du contenu de la réglementation acoustique Algérienne (voir annexe 2) :

1. **Loi n° 82-04 du 13 février 1982, sur les contraventions relatives aux personnes (Code pénal, p 142bis, 2005) :**

« Article 442. Sont punis d'une amende de 100 à 1000 da et peuvent l'être, en outre, de l'emprisonnement pendant dix jours ou plus, les auteurs et complices de rixes, de voies de fait ou violences légères et ceux qui jettent, volontairement, des corps durs ou des immondices sur quelqu'un.
Sont punis des mêmes peines, ceux qui troublent la tranquillité des habitants par ***bruits****, tapages, attroupements nocturnes et utilisation d'appareils sonores ou encombrent, par des jeux collectifs ou tout autre moyen, des lieux publics ou destinés au passage public ».*

2. Loi n° 83-03 du 5 février 1983 sur la protection de l'environnement (JORA, n° 6, 1983) :

« Article 119. Les immeubles, les établissements industriels, artisanaux ou agricoles et autres édifices, les animaux, les véhicules et autres objets mobiliers possédés, exploités ou détenus par toute personne physique ou morale sont construits, exploités ou utilisés de manière à satisfaire aux dispositions prises en application de la présente loi afin ***d'éviter l'émission des bruits susceptibles de causer une gêne excessive de nature à incommoder la population ou à nuire à sa santé****. Cet article rend responsable toute personne physique ou morale lorsqu'il y a émission de bruits susceptibles de causer une gêne excessive à autrui ».*

« Article 120. Lorsque les émissions de bruits sont susceptibles de constituer une gêne excessive pour la population ou de nuire à sa santé, les personnes visées à l'article 119 ***doivent mettre en œuvre toutes les dispositions utiles pour les supprimer****. Cet article oblige les responsables de bruits gênants à mettre en œuvre toutes les dispositions utiles pour les supprimer ».*

« Article 121. Les prescriptions visées aux articles 119 et 120 font l'objet de décrets qui déterminent notamment : 1. Les cas et conditions dans lesquels doit être interdite ou ***réglementée l'émission des bruits*** *; 2. Les délais dans lesquels il doit être satisfait à ces dispositions pour les immeubles, établissements, autres édifices, animaux, véhicules et autres objets mobiliers existants à la date de publication de chaque décret ; 3. Les cas et conditions dans lesquels le ministre chargé de l'environnement doit, avant l'intervention de la décision judiciaire, prendre, en raison de l'urgence, toutes les mesures exécutoires destinées d'office à faire cesser le trouble ».*

3. Loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et à la promotion de la santé, modifiée et complétée par la loi n° 08-13 du 20 juillet 2008 (JORA, n° 8, 1985) :

« Article 46. L'observation des règles de prévention à l'encontre des ***méfaits du bruit est une obligation*** *pour tous les citoyens ».*

« Article 47. Les mesures de protections ***contre les méfaits du bruit*** *dans les locaux d'habitation, de travail, dans les rues en villes du pays, seront définies conformément à la législation et à la réglementation en vigueur ».*

« Article 48. Le contrôle de l'exécution des règles de ***lutte contre le bruit*** *se fait conformément à la législation et à la réglementation en vigueur ».*

4. Loi n° 88-07 du 26 Janvier 1988 relative à l'hygiène, la sécurité et la médecine du travail (JORA, n° 4, 1988) :

« Article 5. Les établissements, les locaux affectés au travail, leurs dépendances et leurs annexes visés à l'article 4 ci-dessus, doivent être conçus, aménagés et entretenus de manière à garantir la sécurité des travailleurs.
Ils doivent, notamment, répondre aux nécessités suivantes :
***Garantir la protection contre** les fumées, vapeurs dangereuses, gaz toxiques et **bruits**, et toute autre nuisance ».*
« Annexe 3 : Les travaux comportant l'exposition aux risques physiques suivants :
- rayons X et substances radioactives
- travaux effectués dans l'air comprimé
- emploi d'outils pneumatiques à main transmettant des vibrations
- travaux effectués dans les chambres frigorifiques
- travaux exposant aux poussières de silice ou d'ardoise
- travaux exposant aux poussières d'amiante
- travaux exposant aux poussières de fer
- travaux exposant aux poussières de métaux durs (tantale, titane, tungstène et vanadium)
- travaux exposant aux poussières d'antimoine
- travaux exposant aux poussières de bois
***- travaux exposant à un niveau de bruit supérieur à 85 décibels** »*

5. **Décret exécutif n° 91-05 du 19 Janvier 1991 relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail (JORA, n° 4, 1991)**

*« Article 15. Les organismes employeurs sont tenus de **maintenir l'intensité des bruits** supportés par les travailleurs à un niveau compatible avec leur santé par la réduction de **l'intensité des bruits à leur source d'émission, l'isolement des ateliers bruyants,** l'insonorisation des locaux ou la mise en œuvre de techniques ou de tous autres moyens appropriés et ce, conformément aux normes fixées par la réglementation en vigueur en la matière ».*

6. **Décret exécutif nº 91-175 du 28 mai 1991, définissant les règles générales d'aménagement, d'urbanisme et de construction (JORA, n° 26, 1991) :**

*« Article 4. Lorsque les constructions sont susceptibles en raison de leur localisation d'être **exposées à des nuisances graves due notamment au bruit**, le permis de construire peut-être refuser ou n'être accordé, que sous réserve des prescriptions spéciales édictées par les lois et règlements en vigueur ».*

7. **Décret exécutif n° 93-184 du 27 juillet 1993, réglementant des seuils des émissions sonores (JORA, n° 50, 1993) :**

*« Article 2. **Les niveaux sonores maximums** admis dans les zones d'habitation et dans les voies et lieux publics ou privés sont de 70 décibels en période diurne (6h à 22h) et de 45 décibels en période nocturne (22h à 6h) ».*

*« Article 3. **Les niveaux sonores maximums** admis au voisinage immédiat des établissements hospitaliers ou d'enseignement et les aires de repos et de détente ainsi que dans leur enceinte sont de 45 décibels en période diurne (6h à 22h) et de 40 décibels en période nocturne (22h à 6h) ».*

« Article 4. Sont considérés comme une atteinte à la qualité du voisinage, une gêne excessive, une nuisance à la santé et une compromission de la tranquillité de la population toutes ***les émissions sonores*** *supérieures aux valeurs limite indiquées aux articles 2 et 3 ci-dessus ».*

« Article 5. Les méthodes de caractérisation et ***de mesurage de bruit*** *sont effectuées conformément aux* ***normes algériennes*** *en vigueur ».*

« Article 6. Toute personne physique ou morale exploitant des activités exigeant l'emploi des moteurs, des machines, d'équipement ou d'appareil ***générateurs de bruit*** *de niveau supérieur aux valeurs limites telle que définies par le présent décret est tenu de mettre en place des dispositifs d'insonorisation ou des aménagements appropriés de nature à éviter d'un commander la population ou de nuire à sa santé ».*

« Article 7. Les infrastructures sont construites, réalisées et exploiter en tenant compte des ***bruits aériens*** *émis par leur activités ».*

« Article 8. Les constructions à usage d'habitation ou à usage professionnel sont conçus et réalisé en tenant compte de la ***qualité acoustique des murs et planchers*** *».*

8. Loi n° 01-14 du 19 aout 2001, relative à l'organisation, la sécurité et la police de la circulation routière (JORA, n° 46, 2001) :

« Article 45. Il est interdit à tout véhicule automobile d'émettre des fumées, des gaz toxiques et ***des bruits*** *au-delà des seuils fixés par voie réglementaire ».*

9. Loi du 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable (JORA, n° 43, 2003) :

« Article 72. Les prescriptions de protection contre ***les nuisances acoustiques*** *ont pour objet, de prévenir, supprimer ou limiter l'émission ou la propagation des bruits ou des vibrations de nature à présenter des dangers nuisibles à la santé des personnes, à leur causer un trouble excessif ou à porter atteinte à l'environnement ».*

« Article 73. Sans préjudice des dispositions législatives en vigueur, ***les activités bruyantes*** *exercées dans les entreprises, les établissements, les entres d'activités ou les installations publiques ou privées établis à titre permanent ou temporaire et ne figurant pas dans la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, ainsi que les activités bruyantes sportives et de plein air susceptible de causer des nuisances sonores, sont soumises à des prescriptions générales ».*

« Article 74. Lorsque les activités visées à l'article 73 ci-dessus sont susceptibles, par le bruit qu'elles provoquent, de présenter les dangers ou causer les troubles mentionnés à l'article 72 ci-dessus, elles sont soumises à autorisation ».

10. Décret exécutif n° 03-410 du 5 novembre 2003, fixant les seuils limite des émissions des fumées, des gaz toxiques et des bruits par des véhicules automobiles (JORA, n° 68, 2003) :

« Article 5. Le ***bruit émis par un véhicule automobile*** *moteur en marche, pour les catégories intéressées, ne doit pas excéder les seuils limites (Lmax en dBA) indiqués dans le tableau 4 ».*

11. Arrêté du 27 mars 2004, portant approbation du document technique réglementaire (DTR) C3.1.1, intitulé ''isolation acoustique des parois aux bruits aériens – règles de calcul'' (JORA, n° 23, 2004) :

« Article 3. Les maîtres d'ouvrage, les maîtres d'œuvre, les entreprises de réalisation, les organismes de contrôle et d'expertise sont tenus de respecter les dispositions du document technique réglementaire suscité ».

Article 4. Le centre national d'études et de recherches intégrées du bâtiment (CNERIB) est chargé de l'édition et de la diffusion du document technique réglementaire, objet du présent arrêté ».

12. Décret exécutif n° 05-12 du 8 janvier 2005 relatif aux prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux secteurs du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique (JORA, n° 4, 2005) :

« Article 18. Tenant compte de la nature du travail à effectuer, et du milieu d'exercice, des équipements ou produits protecteurs appropriés tels que des ceintures ou baudriers de sécurité, casques, lunettes, bottes et chaussures de sécurité, vêtements, imperméables, gants, brassières maniques, épaulières, tabliers, ***stop-bruits****, masques doivent être mis à la disposition des travailleurs. Ces équipements, nécessaires et indispensables doivent être adaptés aux conditions du milieu de travail. Ils doivent être maintenus dans un état constant d'usage et de Propreté ».*

13. Arrêté interministériel du 14 mai 2011, définissant les spécifications techniques et les conditions financières applicables à la réalisation du logement promotionnel aidé (JORA, n° 51, 2011) :

« Article 66. Le niveau sonore ne doit pas dépasser 38 dB(A) pour les pièces habitables et 45 DB (A) pour les pièces de service pour des niveaux de bruit d'émission ne dépassant pas :

. 86 DB (A) pour les locaux d'habitation,

. 76 DB (A) pour les circulations communes, caves et autres,

. 91 DB (A) pour les locaux à usage autre que ceux cités précédemment.

Pour les ***bruits extérieurs*** *aux bâtiments à usage d'habitation et conformément au décret exécutif n° 93-184 du 27 Juillet 1993, il est prévu de prendre 76 dB(A) pour la période diurne et 51 dB(A) pour la période nocturne.*

Les logements doivent être conformes aux dispositions réglementaires contenues dans le DTR C.3.1.1. ».

14. Arrêté du 31 décembre 2012, portant approbation du cahier des charges fixant les normes de surface et de confort applicables aux logements destinés à la location-vente (JORA, n° 06, 2013) :

« Article 10. La conception des logements doit répondre au double objectif de la fonctionnalité et du bien-être des occupants selon les exigences et les spécificités locales et culturelles du lieu d'implantation du projet tant sur le plan du mode de vie que du ***confort thermique et acoustique*** *».*

« Article 50. Quelques soit les choix arrêtés, le système adopté et les matériaux utilisés doivent répondre parfaitement aux normes et règlements en vigueur en matière de sécurité, stabilité, résistance, durabilité et aux conditions de ***confort thermique et acoustique*** *».*

Article 60. La menuiserie doit être exécutée avec des matériaux de qualité, 1er choix, suivant les règles de l'art ; les dispositions pour un réglage et une mise en place parfaite sont exigées. Dans tous les cas, le type du matériau utilisé doit répondre à l'ensemble des exigences techniques en matière de résistance, de comportement, de durabilité, d'étanchéité, et de ***performances thermiques et acoustiques*** *».*

« Article 69. Le niveau sonore ne doit pas dépasser 38 dB(A) pour les pièces habitables et 45 DB (A) pour les pièces de service pour des niveaux de bruit d'émission ne dépassant pas :

. 86 DB (A) pour les locaux d'habitation,
. 76 DB (A) pour les circulations communes, caves et autres,
. 91 DB (A) pour les locaux à usage autre que ceux cités précédemment.
Pour les bruits extérieurs aux bâtiments à usage d'habitation et conformément au décret exécutif n° 93-184 du 27 Juillet 1993, il est prévu de prendre 76 dB(A) pour la période diurne et 51 dB(A) pour la période nocturne.
Les logements doivent être conformes aux dispositions réglementaires contenues dans le DTR C.3.1.1. ».

15. Décret exécutif n° 16-89 du 1er mars 2016, portant organisation de l'administration centrale du ministère des ressources en eau et des ressources et de l'environnement (JORA, n° 15, 2016) :

« Article 2. La direction générale de l'environnement et du développement durable, est chargée :
- *De contribuer, en relation avec les secteurs concernés, à l'élaboration et à l'actualisation des textes législatifs et réglementaires relatifs à la gestion des déchets, à la qualité de l'air et aux* ***nuisances sonores****.*

La sous-direction des nuisances sonores et visuelles, de la qualité de l'air et des déplacements propres, chargée :
- De contribuer, en relation avec les secteurs concernés, à l'élaboration des textes législatifs et réglementaires et dispositifs permettant la lutte contre toutes ***formes de nuisances, notamment sonores*** *et visuelles en milieu urbain et de veiller à leur mise en application ».*

16. Loi n° 17-05 du 16 février 2017, modifiant et complétant la loi n° 01-14 du 19 aout 2001, relative à l'organisation, la sécurité et la police de la circulation routière (JORA, n° 12, 2017) :

« Article 66. Les contraventions aux règles de la circulation routière sont classées en quatre (4) degrés :
D) Les contraventions du 4ème degré, telles qu'énumérées ci-dessous, sont punies d'une amende forfaitaire fixée à cinq mille dinars (5000 DA) :
29- contravention aux dispositions relatives à l'émission de fumées, de gaz toxiques et de ***bruits*** *au-delà des seuils fixé ».*

17. Arrêté du 30 janvier 2018, définissant les spécificités techniques applicables à la réalisation du logement promotionnel aidé (JORA, n° 13, 2018) :

« Article 16. La conception des logements doit répondre au double objectif de la fonctionnalité et du bien-être des occupants selon les exigences et les spécificités locales et culturelles du lieu d'implantation du projet, tant sur le plan du mode de vie que du ***confort thermique et acoustique*** *».*

18. Loi n° 18-11 du 2 juillet 2018 relative à la santé (JORA, n° 46, 2018) :

« Article 29. ***La protection de la santé*** *est l'ensemble des mesures sanitaires, économiques, sociales, éducatives et écologiques visant à réduire ou à éliminer les risques sanitaires, qu'ils soient d'origine héréditaire, induits par l'alimentation ou* ***par le comportement de l'homme*** *ou liés à l'environnement dans le but de préserver la santé de la personne et de la collectivité ».*

« Article 98. La santé en milieu du travail a pour objectif, notamment :
— la promotion et le maintien au plus haut degré de bienêtre physique, mental et social des travailleurs dans toutes les professions.
— la prévention de tout ***dommage causé à la santé des travailleurs*** *par les conditions de leur travail.*
— la protection des travailleurs dans leur emploi contre les risques résultant de la présence ***d'agents préjudiciables*** *à leur santé.*
— la prévention et la protection des travailleurs contre les accidents de travail et ***les maladies professionnelles*** *».*

« Article 106. L'Etat met en œuvre la politique d'hygiène du milieu, du cadre de vie des citoyens et de l'environnement en vue ***d'assurer la protection et la promotion de la santé de la population*** *».*

Conclusion

Les différentes sources sonores produisent des bruits dont la fréquence, l'intensité, la composition et la durée varient considérablement. Par conséquent, pour évaluer les différents scénarios, comme les descripteurs de bruit (indicateurs énergétiques et événementiels), ils ont été définis, suivant les directives indiquées dans les normes et les différentes réglementations.

Nous avons vu aussi que l'importance du sujet se rapportant à la lutte contre la pollution sonore, par le fait de la présence des actions réglementaires gouvernementales établies de par de nombreux pays dans le monde, incite à créer un environnement calme aux citoyens, ainsi que leur assurer un cadre de vie agréable.

De plus, une idée détaillée est formée à la base de la mise en évidence de l'ensemble des réglementations internationales et nationales, portant sur l'essentiel des seuils sonores admis en faveur de la protection de l'environnement et la préservation de la tranquillité publique, ainsi que les différents indices acoustiques employés dans la démarche de l'évaluation des nuisances sonores extérieurs et de l'évaluation des performances acoustique du bâtiment.

D'après ce qui a été présenté dans l'ensemble de ces trois chapitres, cette première partie purement théorique, riche en connaissances sur le domaine de l'acoustique du bâtiment (à usage d'habitation), nous a permis de bien maîtriser les notions de son et de bruit, ainsi que les différentes grandeurs employées pour l'évaluation des caractéristiques acoustiques des éléments de l'enveloppe de bâtiment.

De plus, les différentes réglementations à l'échelle internationale et à l'échelle de l'Algérie nous ont offert l'opportunité de prendre une idée profonde sur les efforts et les actions empruntés par différents pays de monde, y compris l'Algérie, principalement sur l'aspect de notre axe recherche qui base sur la lutte contre les nuisances sonores et de réduire le bruit à des seuils admis et acceptables.

Les principaux points conclusifs suivants nécessitent d'être surlignés :

- L'habitat c'est l'environnement dans lequel l'occupant doit profiter le maximum de tous les aspects du confort, y compris le bien-être sonore.
- Les performances acoustiques des éléments de l'enveloppe d'un bâtiment résidentiel existant, peuvent bénéficier d'une amélioration suivant des processus techniques, fondés sur les notions de base de la science de son.
- Les recherches-actions entamées par les autorités responsables d'un pays dans la lutte contre la pollution sonore, à travers la mise en place d'un cadre législatif adéquat, jouent un rôle important pour offrir la tranquillité publique et le confort acoustique souhaitable dans les bâtiments, notamment destinés à accueillir des habitants.
- L'Algérie a eu sa part dans la lutte contre les nuisances sonores depuis son indépendance, malgré le manque de détail en termes de modes d'emploi, les spécificités techniques et les indicateurs à mesurer.

A la base de toutes ces informations expédientes collectés depuis une multitude de documentation, une certaine fondation théorique était créée, et ce qui va aider par la suite à entamer la partie pratique en toute justesse, en ce qui concerne l'établissement des compagnes de mesurage acoustique et l'analyse des résultats vis-à-vis les seuils admis dans la réglementation.

PARTIE 2 : *ANALYSE PROSPECTIVE DES NUISANCES SONORES IN-SITU*

CHAPITRE I : Présentation générale du cas d’étude

Introduction

Le milieu physique est l’un des facteurs les plus déterminants dans notre travail de recherche, qui enrichit toutes les opérations de mise en valeur de l’étude d’investigation. Par ailleurs, l’utilisation des potentialités urbaines et architecturales de la zone d’étude [Cité du Champs de Manœuvre dans la ville de Guelma] nécessite une analyse physique ; étape clé consistant à mettre en place une démarche descriptive qui comprend :

La présentation de la ville avec son aperçu historique.

La description des caractéristiques du cas d’étude choisi.

Le but de ce chapitre vise à mieux exploiter les données recueillies au cours de notre recherche, concernant le contexte sonore de la ville de Guelma, et en particulier à la Cité du Champ de Manœuvre.

1. Présentation de la ville de Guelma

La ville de Guelma, appelée Malaca dans la période phénicienne, puis Calama en période romaine. La ville est stratégiquement située à un carrefour dans la partie nord-est de l'Algérie, reliant les zones intérieures comme les Wilayas de Constantine, Oum EI Bouaghi, et Souk Ahras au littoral des Wilayas d'Annaba, EI Tarf, et Skikda (figure 36), en s’étendant sur une superficie d’environ 3910 Km², avec une population estimée de 187000 habitants en 2015.

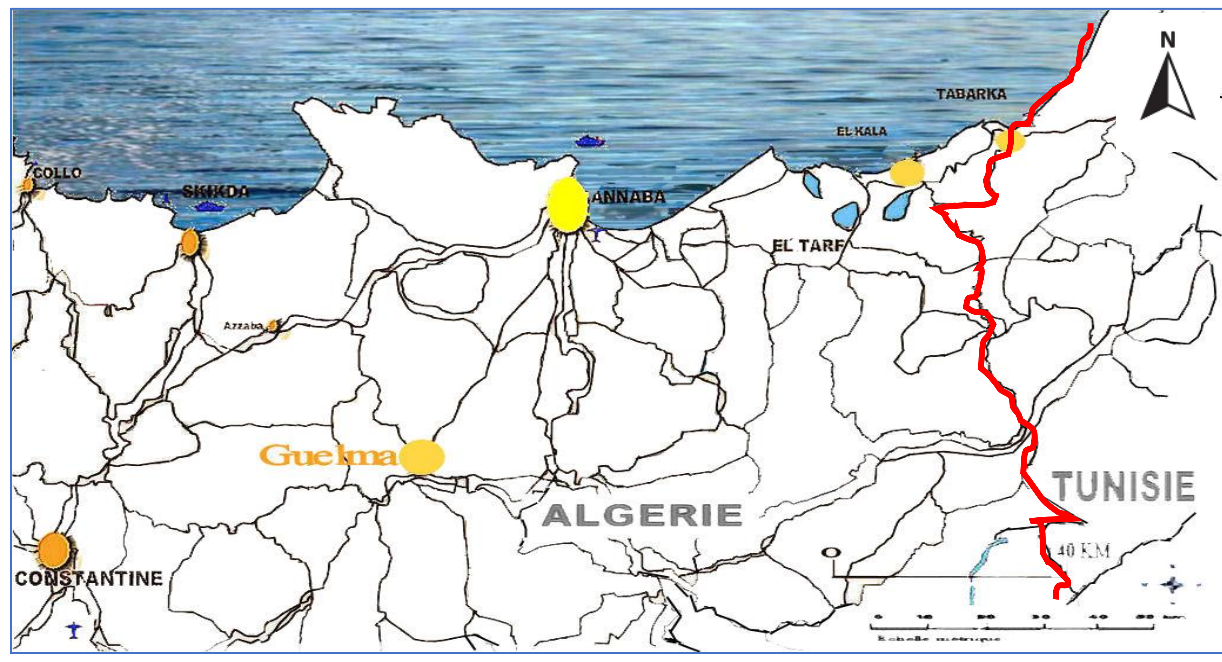


Figure 36 : Localisation géographique de la ville de Guelma dans le territoire Algérien (Haridi, 2016)

Elle était érigée en commune mixte en 1854, puis en chef-lieu d’arrondissement 1858, avant d’être promue chef de la wilaya en 1974, en comprenant dix daïras : Guelma, Khezarra, Guelaat Bou Sbaa, Héliopolis, Oued Zenati, Ain Makhlouf, Hamam Debagh, Bouchegouf, Hamam N’bails et Hessaina.

A 290 mètres d'altitude et au milieu d'une importante zone agricole, Guelma est flanquée de montagnes toujours enneigées (Djebel Mahouna, Djebel Debagh, Djebel Nador et Djebel Houara). C'est une région qui ressemble à celle qui est enfouie sous un bassin. Grâce à la Seybouse et au grand barrage de Bouhamdan, qui offre une large zone d'irrigation, elle est extrêmement féconde (figure 37 et 38).



Figure 37 : Le mont de Mahouna. Source : Haridi, 2016

Figure 38 : L'Oued de Seybouse. Source : Haridi, 2016

Le climat de la ville de Guelma est subhumide au centre et semi-aride vers le sud (58,3% comme humidité moyenne annuelle), avec des précipitations annuelles de 450 à 600 mm/an et une vitesse moyenne de vent de 7,2 Km/h. Les figures ci-dessous démontrent des graphs des précipitations, des températures et les vitesses du vent à la ville de Guelma en 2018 d'après le site web info climat Algérie.

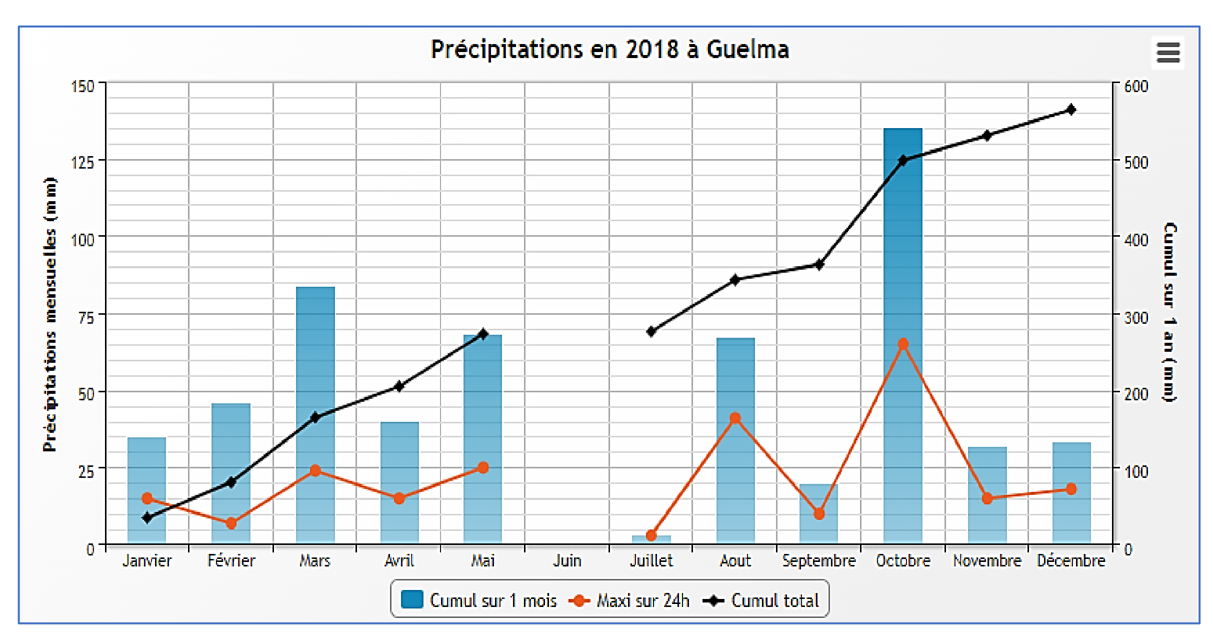


Figure 39 : Graphe des précipitations à la ville de Guelma en 2018. Source : (https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2018/guelma/valeurs/60403.html

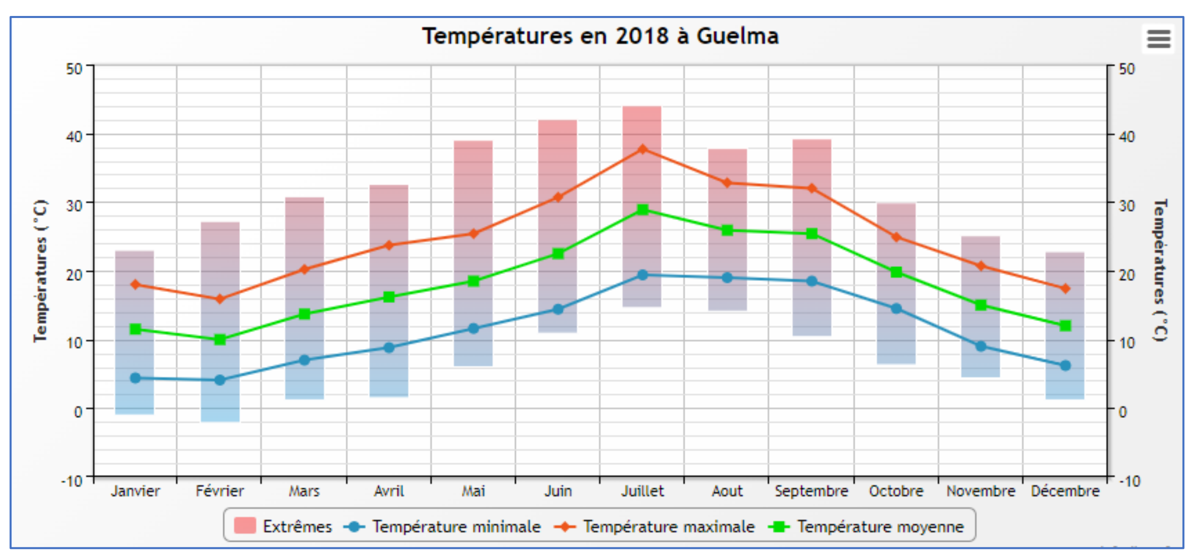


Figure 40 : Graphe de température à la ville de Guelma en 2018. Source : https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2018/guelma/valeurs/60403.html

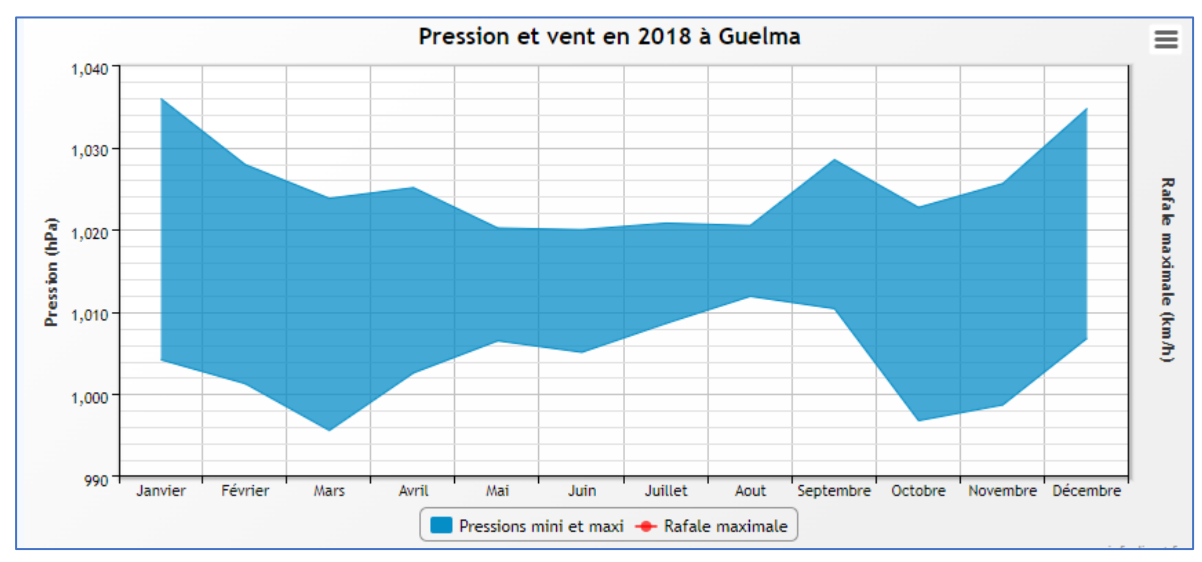


Figure 41 : Graphe du pression et vent à la ville de Guelma en 2018. Source : https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2018/guelma/valeurs/60403.html

1.1.Aperçu historique et l'évolution urbaine de la ville

La région de Guelma, qui a joué un rôle important dans l'histoire de l'Algérie, abrite des sites archéologiques et des vestiges qui remontent à la période punique (tombes et dolmens), à l'occupation romaine qui a duré quatre siècles (le théâtre antique de Guelma, les vestiges de Sellaoua, Anouna), et à la civilisation arabo-islamique, représentée par la mosquée El-Attik.

Comme la majorité des villes Algériennes, Guelma a forgé son existence depuis la préhistoire. Nous citerons en ordre chronologique un bref sur son évolution en histoire :

Avant l'arrivée des romains : Parmi les preuves historiques attestant que la ville est reconnue dans l'histoire c'est à travers son appellation « Calama » qui a une origine du peuple phénicien qui a s'installé sur son territoire au XII siècle avant J.C.

La période romaine : Selon l'illustration des historiens qui rapportent les batailles que Jugurtha y livra en 109 avant J.C aux troupes romaines. Le général romain Postinius fait de l'antique Calama un centre urbain relativement valorisé.

La période vandale : en 431, Possidius se réfugie à Hippone quand Calama a tombé sous l'empire de Geneséric.

La période arabo-musulmane : Désormais, l'histoire de « Calama » est appelée « Guelma » et marquée à jamais par cette civilisation, qui fait dès lors de Guelma un poids en économie et en culture sous le régime des fatimides et des zirides dès le début du XI siècle.

La période Ottomane : Le paysage socio-culturel de la ville de Guelma n'est pas affecté par les Ottomans.

La période Coloniale : Conquise en 1834 par les français, elle accueillait plusieurs générations des colons. A l'intérieur, la citadelle militaire se calquait sur l'enceinte byzantine. La date la plus remarquable dans cette période était marquée par les massacres de 8 mai 194.

Assez important que l'histoire, Guelma a connu une évolution urbaine remarquable, pointée (figure 35) comme suit :

En 1858 : Conformément aux critères géographiques, les vestiges romains ont servi comme assiette d'implantation pour le colon français, qui a développé le plan de la ville en damier.
Entre 1958 - 1963 : La ville a vécu une extension spontanée par les constructions illicites et les bidonvilles. Puis, une urbanisation planifiée individuelle représentée par les lotissements. De nouveaux quartiers s'édifièrent à partir de 1932 vers le côté est et sud de la ville.
1963 - 1977 : Le 1er développement de la cité fut cependant marqué par l'extension vers le quartier des abattoirs et le quartier de la gare.
1977 – 1987 : Une urbanisation planifiée collective type ZUHN et les programmes des logements sociaux, socio-participatifs et promotionnels. La construction de l'habitat à loyer modéré (HLM). L'apparition des documents et des instruments d'urbanisme a conduit la prolifération de l'habitat spontané et l'extension sur des terres à forte potentialité agricole.
1987- 1997 : La ville s'est développée uniquement dans la partie sud et est, avec une légère extension vers le nord-ouest. De plus, devant la crise du logement, plusieurs cités ont été construites, comme : Agabi, Champs de Manœuvre, Rahabi et Guehdour.
1997 – 2006 : La création de l'habitat dans la limite nord de la ville comme la cité El Amir Abdelkader.

L'équilibre morphologique par rapport au contenu social est fortement perturbé dans la composition urbaine de la ville de Guelma. Selon cette logique, au début des années 1900 (pour la première fois), le changement du tissu urbain traditionnel pour la création de divers équipements au service des nouvelles demandes de la ville est lié à l'essor des pratiques d'aménagement de l'espace urbain. A cet égard, le centre ancien de la ville avait atteint son "taux de saturation maximal".

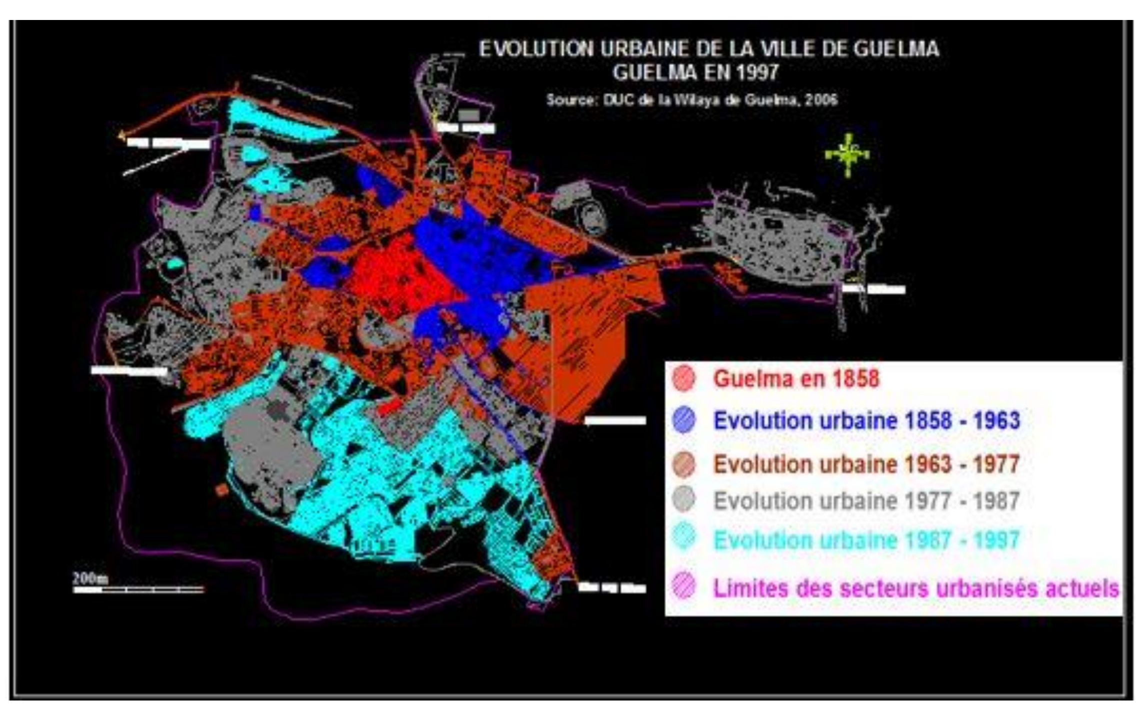


Figure 42 : Carte d'évolution urbaine de la ville de Guelma. Source : Haridi, 2016

2. Présentation de la cité résidentielle de Champ de Manœuvres (CDM)

La première extension urbaine significative planifiée est la Cité du Champ de Manœuvre, une zone d'habitation urbaine nouvellement développée. Elle comprend à la fois des maisons individuelles et des ensembles de logements collectifs.

Le programme de 1104 logements a été réalisé suivant les conditions de l'époque. Les équipements sont arrivés tardivement, mais pour la plupart ce sont des équipements à l'échelle de la ville. La réalisation fut effectuée en deux tranches. La première de 480 logements, inscrite en 1975, la deuxième de 624 logements en 1984. Elle renferme une densité moyenne de 40 à 60 habitants/km2 avec aujourd'hui un taux d'accroissement de 3 %.

Les bâtiments d'habitation de cette cité réalisée entre 1986-1990 sont construit avec un système constructif préfabriqué en béton armé ordinaire, ayant une épaisseur de 25cm. Ils sont orientés Nord. Ouest – Sud. Est, où ils ne bénéficient d'un bon ensoleillement quotidien.

L'emplacement est situé à l'extrémité sud d'une organisation urbaine établie, le centre urbain historique, sur une colline à une altitude d'environ 80 mètres (Bab Essoug). Dans ce scénario, la ville basse et le faubourg de la station peuvent être vus d'en haut. Ainsi, le site géographique, qui se trouve pratiquement au milieu de la ville, devient une référence déterminante d'un point d'attraction fort et extrêmement significatif (figure 43 et 44).

La cité résidentielle Champs de Manœuvre est délimitée par le Nord et le Nord-Est par la cité résidentielle Guehdour Tahar et le centre urbain de la ville de Guelma, et les habitations individuelles, respectivement.

Par le Sud, Sud-Ouest et le Sud-Est la cité est juxtaposée à la cité 19 Juin et l'université 8 mai 1945, et la cité 60 coopérative, respectivement. Du coté est, on retrouve deux lycées (Mahmoud ben Mahmoud et Chaalal Mesoud).

Il y a deux routes principales dans la Cité du Champ de Manœuvre. L'une assure la circulation d'est en ouest. L'accès entre la Cité du Champ de Manœuvre et le reste de la ville est assuré par l'autre, qui va vers le sud. Deux autres autoroutes subordonnées relient ces axes majeurs aux artères principales de la ville. Enfin, des voiries secondaires relient les entrées des immeubles aux parkings. Il n'y a pas de circulation piétonne autre que sur les trottoirs à côté des chaussées.

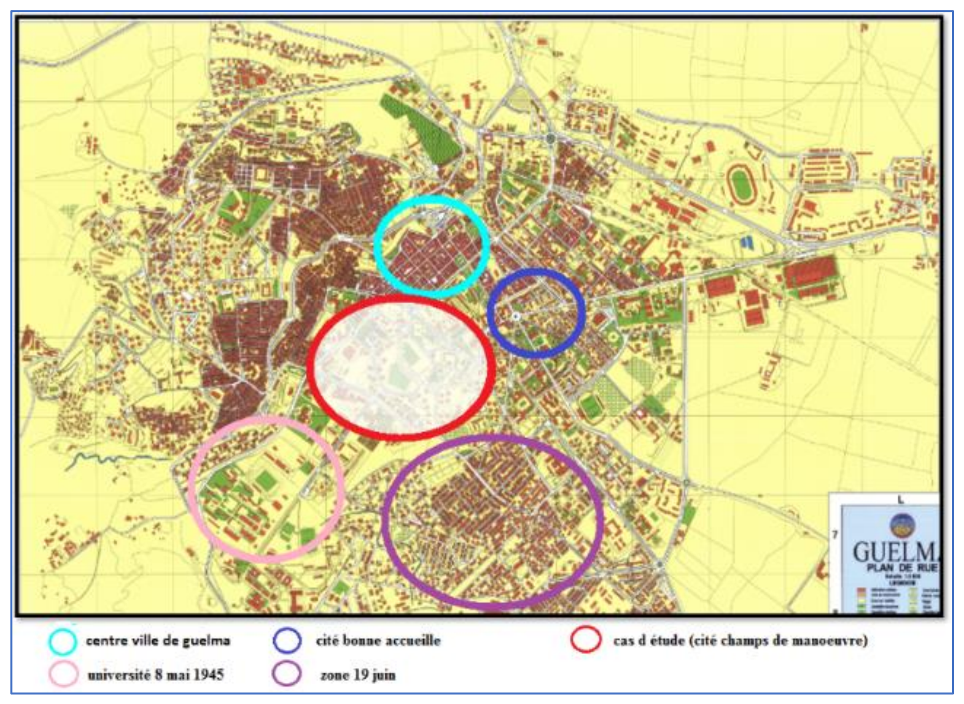


Figure 43 : Situation de la cité CDM. Source : Haridi, 2016

2.1.Environnement immédiat et repères

La cité de Champs de Manœuvre contient pas mal d'équipements recevant de publics remarquables en tant que points de repère pour les citoyens et les visiteurs de la ville (figure 44).

Grâce à sa position géographique par rapport au centre-ville de Guelma, elle lui donne une place dominante, surtout pour les fonctions libérales, d'où trouve beaucoup de médecins, notaires, avocats occupent des logements dans les batiments résidentiels de cette cité.

On retrouve également dans l'environnement immédiat de la cité CDM :

- La cité résidentielles Gahdour el Tahar située au nord.
- La cité 19 Juin au sud.
- Le siège de l'APC et la mosquée d'El Quds au nord de la cité.
- La maison de culture et le palais de justice à l'ouest.
- Lycée Mahmoud Ben Mahmoud à l'est.
- L'espace vert « Jardin public 19 Juin 1965 » placé au sud de la cité.

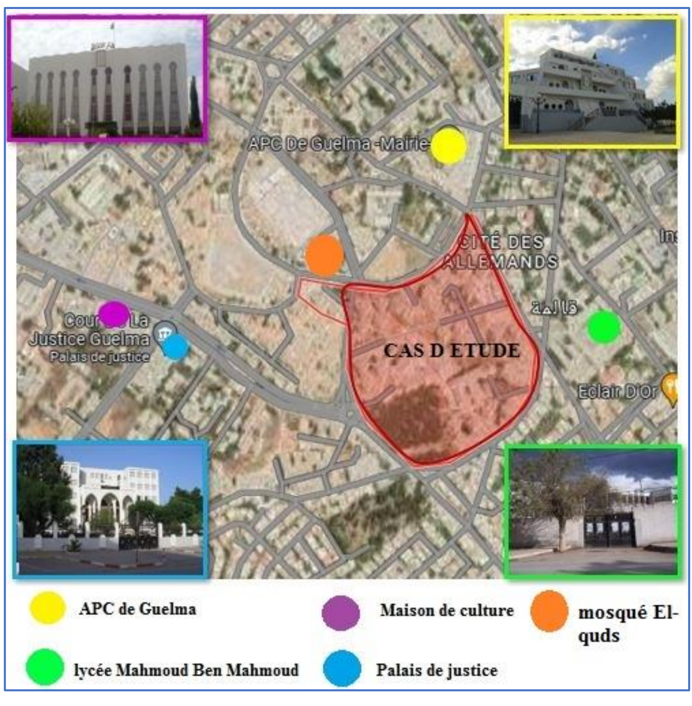


Figure 44 : Equipements repères de la cité CDM. Source : Auteur, 2022

3. Caractéristiques urbaines et architecturales de la cité CDM

3.1. Disposition urbaine

Dans l'ensemble, la façon dont les batiments à usage d'habitation sont disposés dans l'espace est agréable à l'usage des occupants, en fonction de l'importance des différents équipements et de leur emplacement par rapport au centre-ville.

De plus, les routes qui encerclent la cité sont dotées d'une largeur suffisante pour une circulation mécanique et piétonne acceptable, et un espace Parking, pour stationner les véhicules (figure 45).

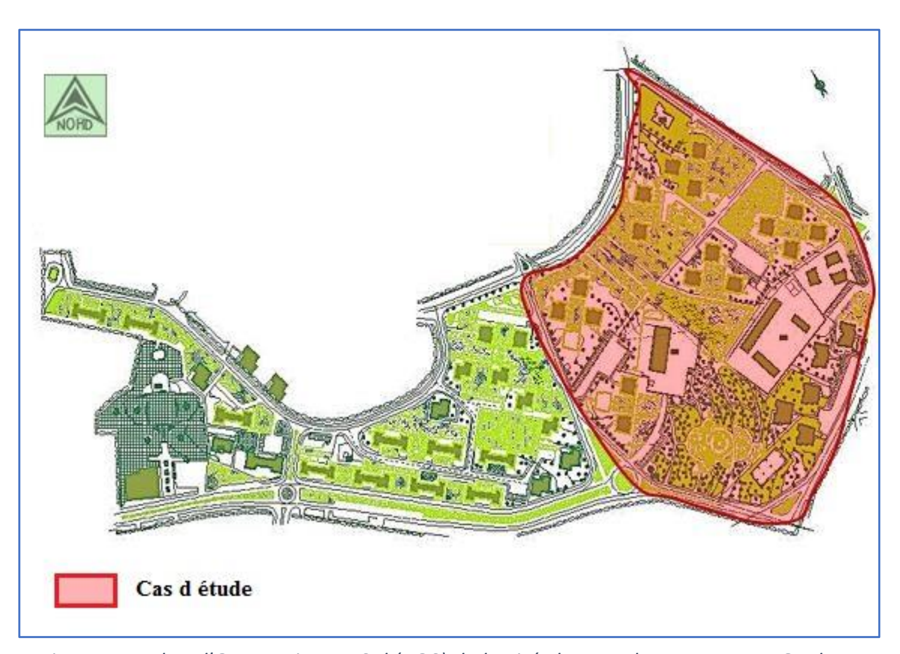


Figure 45 : Plan d'Occupation au Sol (POS) de la cité champs de Manoeuvre, Guelma. Source : Haridi, 2016

3.2.Organisation spatiale

La transition entre l'espace public et l'espace privé est relativement absente, selon le concept de l'organisation spatiale. L'espace public n'est encore qu'un vestige. La forme de base de l'aménagement est un plan qui est juste mis en place pour fournir une meilleure organisation possible du site (figure 46).

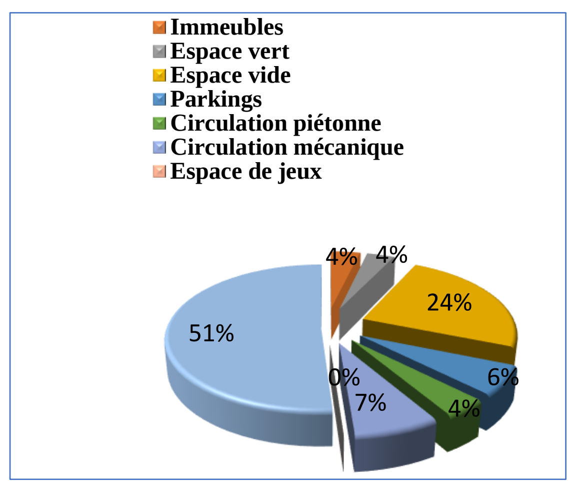


Figure 46 : Graphique de pourcentage des espaces.
Source : Haridi, 2016

Surface des espaces (ha)	
Espace bâti	1,5840
Espace vert	1,4912
Espace vide	10,3468
Parkings	2,7200
Circulation P.	1,6746
Circulation M.	3,2114
Espace jeux	0,9600
Commerces	0,0120
Espace public	4,3969
Espace non bâti	20,4160

De plus, une discontinuité est dénotée entre les éléments bâtis avec un manque d'espace de jeux pour enfants, de regroupement pour tous les âges, manque d'espace de détente et présence des tas d'ordures. La cité montre la dominance de la hauteur par l'implantation de bâtiment à étages (R+5).

3.3. Trame viaire

Notre cas d'étude est limité par la rue Abdaoui au nord, à l'est par la rue Bourguib Abdel Azziz, au sud - est par la rue de Amor Bakhma et au sud par la rue Salah Bounar. Le type de tracé viaire de notre cas d'étude est en boucle rectiligne, suivant une forme irrégulière (figure 47).

La trame viaire se compose des voies mécaniques principales comme Rue Abdaoui et Rue Champs de Manœuvre et secondaires comme les entrées aux parkings des quartiers, où elles sont généralement en double sens, toutefois, leurs largeurs semblent suffisantes par rapport à la densité importante du flux automobile qui les traverse (figure 48).

Les nœuds (rond points) existant dans cette zone urbaine créent une forme de congestion routière, à cause de flux mécanique important traversant cette zone (figure 49). Ce qui engendre par la suite un problème de nuisance sonore (bruit routier).

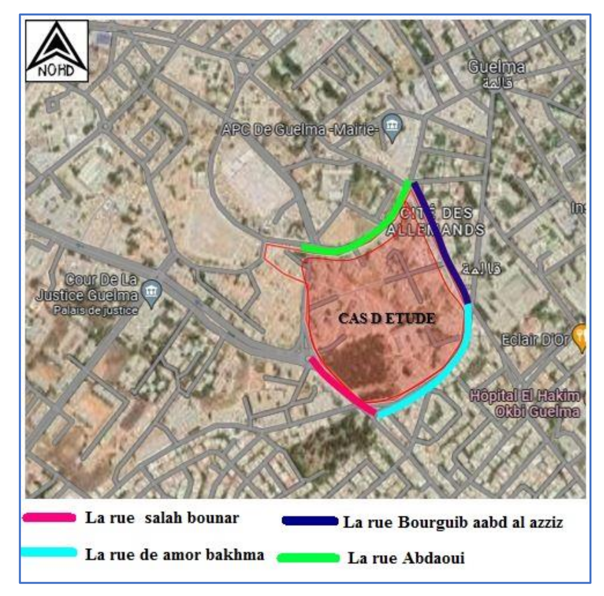


Figure 47 : Appellation des voies. Source : Auteur, 2022

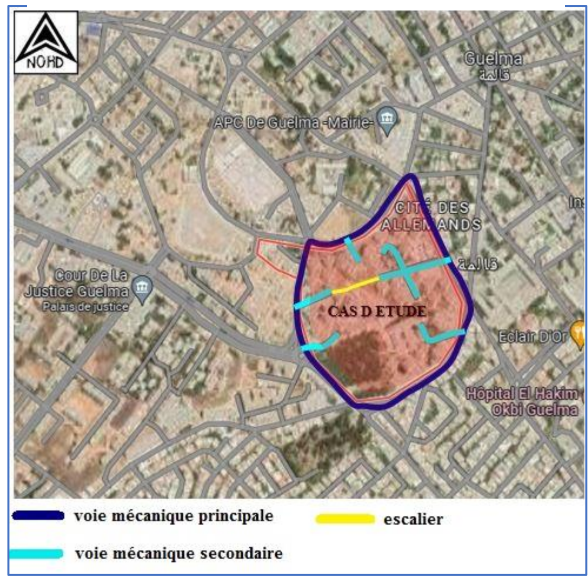


Figure 48 : Typologie de la voirie. Source : Auteur, 2022

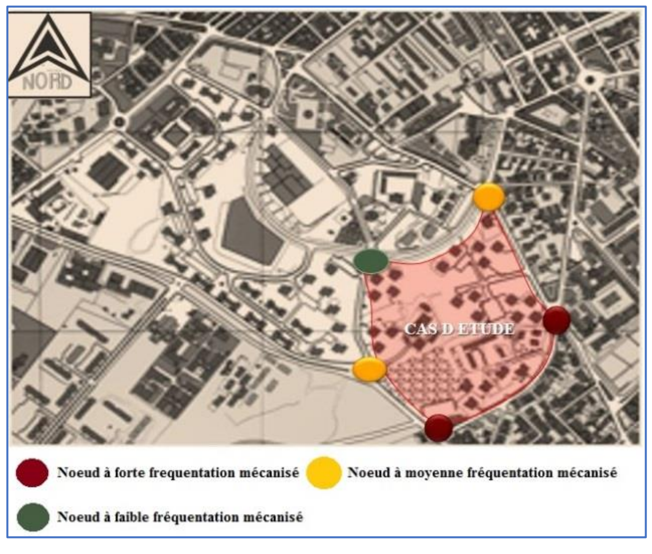


Figure 49 : Localisation des rond points. Source : Auteur, 2022

3.4.Trame bâtie et non bâti

Il est remarqué que l'environnement bâti prend la forme d'une surface rectangulaire, où les bâtiments sont implantés d'une manière regroupée en quatre bâtiments par une surface, ce qui donne un plan d'aménagement irrégulier.

Concernant l'environnement non bâti, il est représenté par :

- Une placette de rencontre située au centre de la cité CDM, entre les bâtiments du bloc 12, 13.
- L'espace vide attribué au stationnement des véhicules des habitants.
- Un petit stade matico à côté du bloc 21.
- Un espace vert qui est désigné par le Jardin Public du 19 Juin 1965, installé dans la partie gauche de la cité, dont sa seule utilité est d'offrir un espace de détente.



Figure 50 : Trame de l'espace bâti et non bâti. Source : Auteur, 2022

3.5.Typologie de l'habitat

La cité résidentielle du Champ de Manœuvre constitue la première grande extension urbaine planifiée. Elle comporte des ensembles d'habitat collectif, représentée à des bâtiments à étages (R+5).

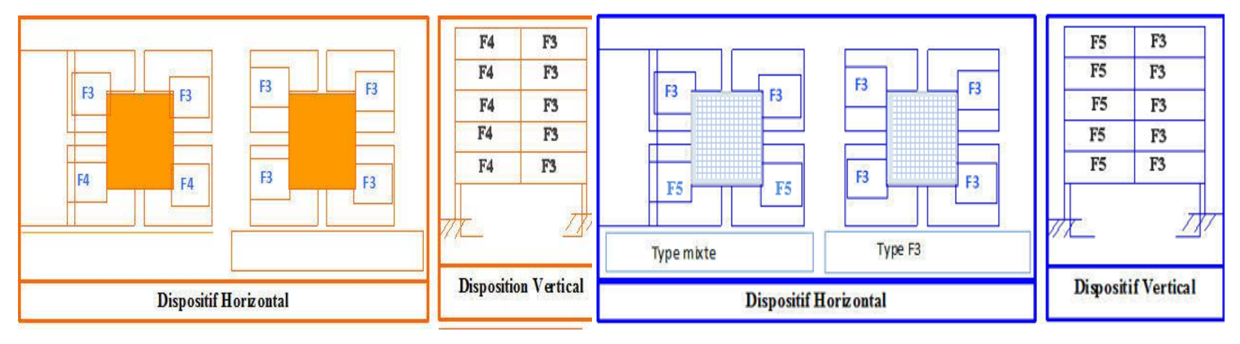


Figure 52 : Dispositions horizontales et verticales des logements. Source : Haridi, 2016

3.6.Organisation spatiale du logement

Les différents bâtiments de la cité champs de manœuvre comportent différents types d'appartements, soit des F3 et F4 ou bien des F3 et F5, réparti de manière où on trouve quatre logements par palier.

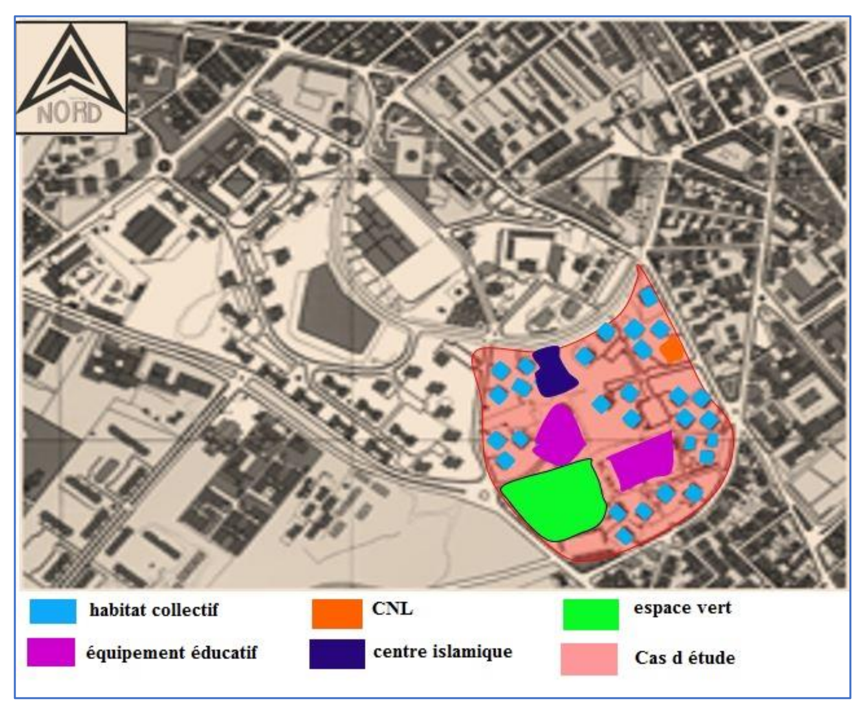


Figure 51 : Typologie architecturale dans la cité CDM. Source : Auteur, 2022

3.7.Organisation spatiale des logements

D'après les plans architecturaux, on trouve des plans prototypes des différentes pièces habitables dans les bâtiments de la cité Champs de Manœuvre (figure 53).

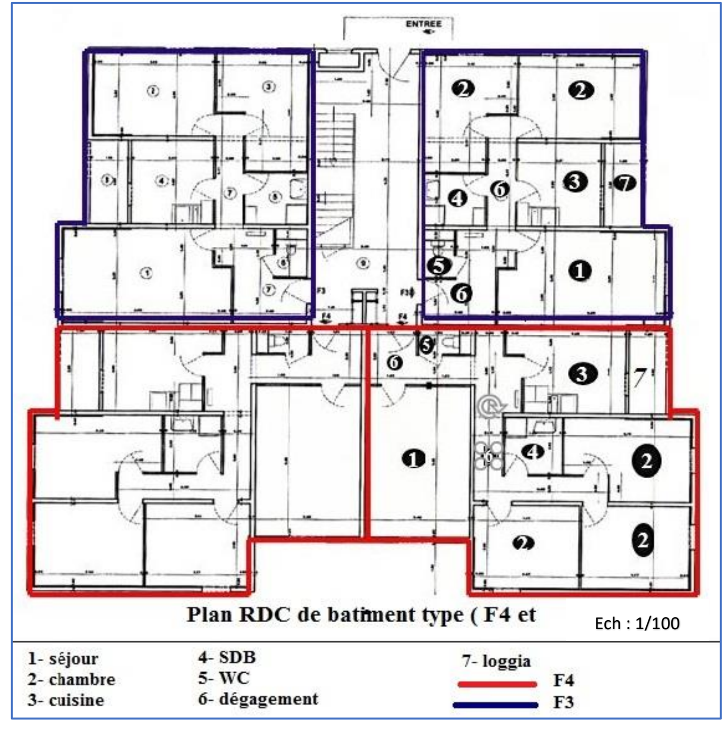


Figure 53 : Organisation spatiale des espaces dans un bâtiment de la cité CDM. Source : Haridi, 2016

Les pièces sont organisées autour d’un espace de circulation dite le dégagement, les locaux de repos (chambres et séjour) sont regroupés l’une à côté de l’autre, et les pièces humides donnent sur la partie commune du bâtiment.

De manière générale, les fenêtres des chambres et de séjour donnent directement sur la façade principale du bâtiment.

Conclusion

À la fin de ce chapitre, à travers la présentation et l'analyse du terrain de la cité Champs de Manœuvre, les points suivants sont tirés en faveur du prochain chapitre :

- La trame viaire englobe la cité résidentielle provocant ce qu’on appelle « bruit routier ».
- L’environnement non bâti pouvait être mieux utilisé.
- La présence des équipements publics (mosquée, écoles, lycée, hôpital, siège APC) à proximité de la cité résidentielle incite à augmenter le flux automobile.
- La disposition urbaine des bâtiments résidentielles ne reflète pas une solution agréable face au bruit omniprésent dans cette zone.
- Selon la conception architecturale des bâtiments, il est évident que les pièces de repos sont les plus susceptibles d’être explosés au bruit extérieur.

CHAPITRE II : investigation qualitative des nuisances sonores

Introduction

Une sensation auditive désagréable et inconfortable produite par les phénomènes acoustiques connus sous le nom de bruit est considérée comme l'un des paramètres d'inconfort souligné par l'habitant algérien, qui déclare d'être gêné par ce fléau même chez soi.

Dans ce chapitre, un travail de terrain a été effectué auprès des habitants de la cité Champs de Manœuvre, divisé en deux phases d'investigation ; une phase préliminaire et une phase principale, réalisé sous formes des enquêtes sociales conduites entre 2019 et 2022, en excluant l'année 2020 à cause de la pandémie du virus Covid-19, ce qui a obligé une rupture des visites sur terrain.

1. Phase d'investigation préliminaire

1.1.Préparation du pré enquête

Dans un premier temps, au début de cette étude il était indispensable de reconnaitre le site, pour former une idée globale sur le contexte du terrain investigué.

L'objectif initial d'après ce pré enquête était de recueillir rapidement les avis des habitants de la cité champs de manœuvre, choisie comme cas d'étude, et leurs vécu sonore journalier (jour et nuit).

En fait, l'objectif principal derrière ce pré enquête est de valider la présence d'un problème auditif contre les nuisances sonores chez la majorité des occupants de la cité Champs de Manœuvre, ainsi que de reconnaitre et de surligner les bâtiments et leurs occupants les plus susceptibles d'être gênés par les nuisances sonores, dans une première tentative pour aborder cette étude.

1.2.Instrument de recueil des données : L'interview

On a commencé notre travail sur terrain par un pré enquête effectué en 2019, en faisant appel à l'instrument de l'interview direct avec quelques habitants, un témoignage directe impliquant un échange verbal constructif, à travers un exercice journalistique qui concerne que l'auteur interroge une personne majeure et mûre, sur des paramètres qui visent des variables claires comme suit :

Étage occupé,

Nombre des personnes en famille,

Perception des nuisances sonores,

Puis, on laisse l'habitant s'exprime sur l'enjeu du bruit et les nuisances sonores qu'il subit dans son lieu habité. A la fin de la conversation, nous avons notés les grandes lignes évoquées par la personne interrogée sur un bloc-notes.

1.3.Choix des interviewés

Notre échantillon d'étude dans cette première phase est basé sur le fait de choisir une personne ou trois, occupant le même bâtiment sur l'ensemble de toutes les bâtiments de la cité. Le nombre des interviewés, selon leurs disponibilités, était d'environ 22 personnes qui habitent dans cette zone résidentielle dans différents blocs, choisi de façon anonyme sans garder les détails personnels comme l'identité, rang culturel et social et l'activité.

2. Phase d'investigation principale

2.1.Préparation de l'enquête sociale

Dans un deuxième temps, une enquête sociale par la suite a été menée entre Avril 2021 et Mai 2022. Ceci a nécessité qu'on planifie un déplacement d'un logement à un autre en période diurne (entre 10h et 12h du matin), tout en évitant les heures de repos pour augmenter la chance d'avoir le maximum des réponses (figure 54).



Figure 54 : Déroulement in-situ de l'enquête sociologique. Source : Auteur, 2021

L'objectif de cette étape base sur le principe de « savoir pour bien agir » en mettant l'accent sur la relation entre les types des sources sonores éventuelles dans cette zone et le récepteur qui est dans ce cas l'occupant du logement collectif, sans avoir négliger son comportement psychique et social

De plus, cette étape nous a permis d'avoir un aperçu sur les tentatives des occupants et leurs attentes en matière de solutions techniques d'optimisation des conditions sonores des logements contre ce fléau qui présente une gêne et une atteinte aux cadres de vie des occupants.

2.2.Instrument de recueil des données : Le Questionnaire

L'utilisation d'un questionnaire simple et clair en tant qu'instrument pour recueillir les données nécessaires pour la validation de cette étude, nous a permis de rapprocher les habitants de la cité Champs de Manœuvre en profondeur et de les offrir la chance de partager leur parole et leurs points de vue sur les nuisances sonores perçues dans l'environnement immédiat (extérieur et intérieur) de logements collectifs qu'ils occupent.

En général, les questions ont été formulées soit de manière que la personne doit uniquement répondre par Oui ou Non, ou avec des réponses à choix multiples.

2.3.Choix de l'échantillon

En distribuant un questionnaire imprimé, douze (12) bâtiments ont uniquement reçu le questionnaire (Figure 55), comme ils étaient jugés d'après la pré-enquête comme les bâtiments

les plus exposés au bruit, notamment Blocs : 1, 2, 4, 7, 14, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28 (Figure 56). Les niveaux inférieurs (rdc, r+1, r+2, r+3) sont ceux visés dans la distribution du questionnaire.

Un échantillon de 192 logements a reçu le questionnaire, qui contenait quinze (15) questions portant essentiellement sur des variables qualitatives divisées en quatre sections (voir annexe 01) :

Informations personnelles du répondant,
Caractéristiques du logement collectif,
Perception du bruit,
Sensibilisation.



Figure 55 : Illustration in-situ sur le déroulement de l'enquête sociale. Source : Auteur, 2022

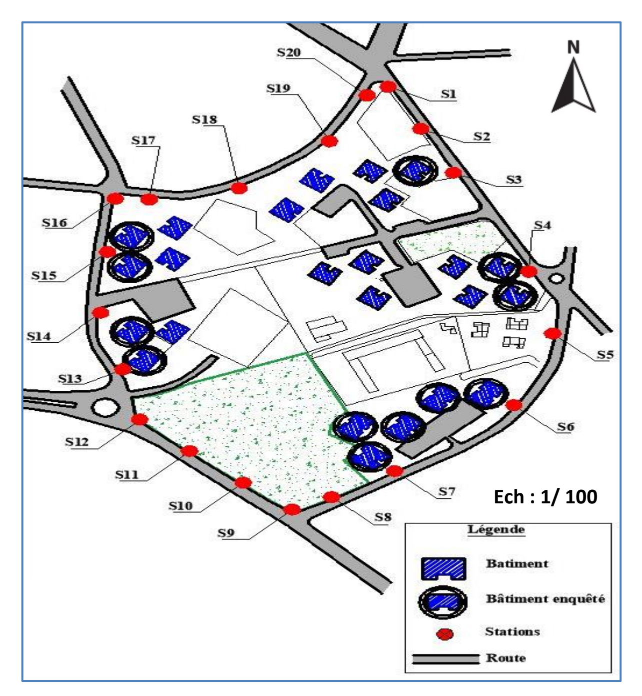


Figure 56 : Position des bâtiments enquêtes. Source : Auteur, 2022

2.4.Traitement des données

Nous avons utilisé la saisie manuelle des données recueillis de cette enquête sociale dans le logiciel Microsoft Excel, ce qui a nous permis facilement de formuler une base de données efficace, qui englobe les réponses des occupants vis-à-vis la perception sonore subjective.

Au total, 140 répondants (72,9 % de l'échantillon total) ont accepté de collaborer avec l'auteur et leurs réponses ont été récupérées et jugées valides pour l'analyse, et développées en graphiques représentatifs en utilisant le logiciel ORIGIN PRO 9.0.

L'importance de cette phase, qui se fonde sur les réponses des enquêtés, permet d'établir les relations entre les variables du questionnaire distribué (dépendant et indépendant), ainsi qu'à déterminer également le score qui reflète à quel point les habitants de cette cité sont perturbés et affectés par le bruit perçu.

Conclusion

Les visites préliminaires sur terrain ainsi que les enquêtes sociales établies au niveau de la cité Champs de Manœuvre nous ont permis de conclure que les nuisances sonores existent dans cette résidentielle.

La majorité des occupants des logements enquêtés estiment que leurs lieux habités sont susceptibles de laisser passer le bruit, particulièrement les bruits venus de l'environnement extérieur dû principalement au bruit routier produit par le passage continu des véhicules de transport public, l'accélération injustifié et le roulement des motos même dans la période nocturne.

En outre, malgré que le bruit routier domine le paysage sonore au sein de la cité Champs de Manœuvre, cependant il n'était pas la seule source sonore éventuelle qui représente une gêne à la vie des habitants mais il existait aussi le bruit de voisinage, ou ce qu'on l'appelle le bruit intérieur entre locaux, ce dernier peut provoquer non seulement des troubles psychiques chez le récepteur mais il peut également créer des conflits sociales et culturelles entre les personnes qui occupent le même bâtiment.

Le résultat de cette phase rend l'établissement des mesures acoustiques in-situ une deuxième phase indispensable pour traduire les réponses des enquêtés en des spectres sonores, dans le but d'analyser la signature sonore de l'environnement immédiat (extérieur et intérieur) et être apte à réfléchir à des solutions techniques pour alléger ce problème et de garder un confort auditif adéquat pour l'occupant.

CHAPITRE III : investigation quantitative des nuisances sonores

Introduction

Dans ce chapitre, un travail sur terrain a été effectué en 2019-2022 au niveau de la cité Champs de Manœuvre, qui consiste à établir les campagnes de mesurage acoustique nécessaires dans l'environnement extérieur (à la source sonore) en périphérie des bâtiments résidentiels et dans l'environnement intérieur (locaux de réception), conformément aux exigences des normes conventionnelles et les fameux livres traitant le sujet de mesurage du bruit. Ce travail est divisé en deux phases d'investigation ; une phase d'investigation préliminaire et une phase d'investigation principale.

1. Investigation préliminaire

1.1.Mesurage acoustique préliminaire

L'exploration de la situation sonore dans la cité Champs de Manœuvre, dont l'objectif principale de cette première approche consiste à obtenir l'état de lieu sonore de la zone étudiée et d'observer les sources sonores éventuelles dans l'environnement, à travers l'utilisation des instruments nécessaires pour les mesures acoustiques (Sonomètre et l'application Noise Capture ; installée et calibrée).

En premier lieu, une visite sur terrain a été établis pour la première fois en Septembre 2019, pour effectuer des mesurages acoustiques suivant le tracé emprunté par l'utilisateur, à l'aide de l'application Noise Capture[4], installée et calibrée sur le smartphone de l'auteur (figure 57), utilisée comme capteur sonore et pour traduire les fluctuations du bruit ambiant reçu à travers un microphone externe en une carte de bruit, combinée avec sa trace GPS afin que le résultat puisse être affiché dans une carte interactive au sein de l'application, qui à son tour montre les zones endommagées par les nuisances sonores selon une échelle du bruit.

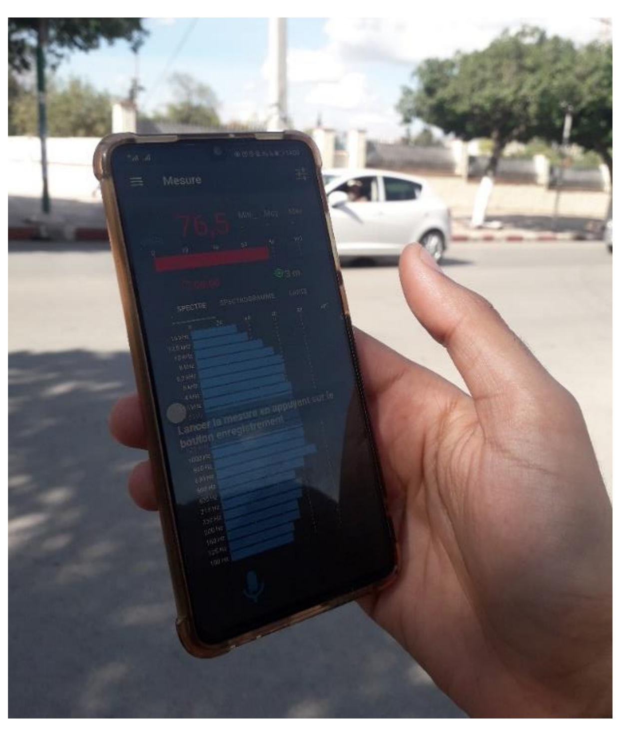


Figure 57 : Utilisation de l'application NoiseCapture. Source : Auteur, 2022

[4] https://noise-planet.org/noisecapture.html

En deuxième lieu, une campagne de mesurage acoustique à l'aide de l'appareil de mesure « le sonomètre » est effectuée en période diurne, sous de bonnes conditions météorologiques, d'où le choix de positionnement de 30 stations (figure 58) est justifié comme suit :

Le résultat de la cartographie sonore produite à l'aide de l'application Noise Capture, dont en premier lieu les stations sont positionnées à proximité des point noirs (rond-point, ralentisseur, feu rouge) sur les voies immédiates.
En second lieu, il s'agit des stations positionnées au voisinage des façades de quelques bâtiments de la cité du Champ de Manœuvre.
En troisième lieu, les stations sont positionnées à proximité de la placette, des zones de loisirs, des parkings, du stade et de l'école primaire.

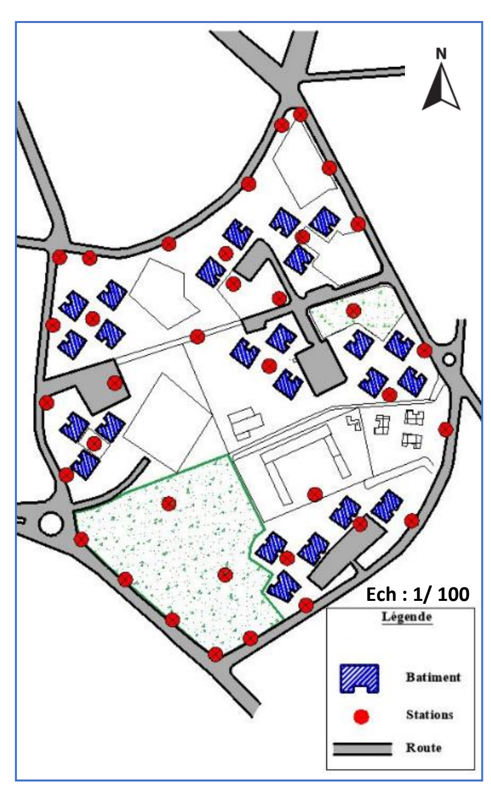


Figure 58 : Distribution spatiale des 30 stations de mesurage acoustique préliminaire. Source : Auteur, 2022

Le processus de mesurage préliminaire était établi en tenant le sonomètre à la main (figures 59 et 60), à une hauteur de 1,5m, visant l'indicateur du niveau de pression équivalent continu pondéré A (LAeq) pendant un temps d'enregistrement d'une minute (1min), dans le but d'avoir une idée globale confirmée sur le paysage sonore et de distinguer les sources sonores potentiels dans la cité Champs de Manœuvre.

réception.

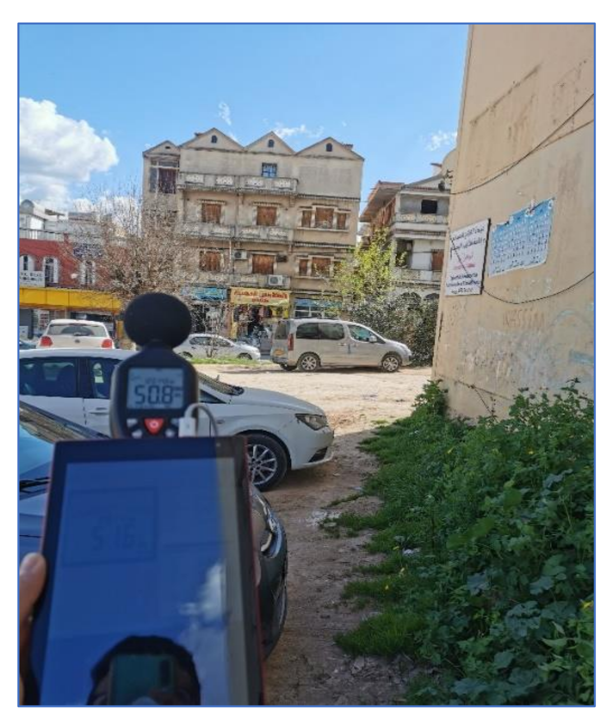


Figure 59 : Mesurage préliminaire directe en temps réel à côté du bloc 24. Source : Auteur, 2022



Figure 60 : Mesurage préliminaire directe en temps réel de niveau LAeq,1min. Source : Auteur, 2019

2. Investigation principale

2.1.Instruments de mesure

L'instrumentation utilisée dans cette étude était nécessaire pour effectuer les mesures acoustiques directes en temps réel, à la fois au niveau de la source sonore et dans le local de réception.

1. Un sonomètre digital TRIPLETT 3550 SONICHEK PRO Professional (figure 61) a été employé pour capturer le niveau de pression acoustique Lp et le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré LAeq. Cet appareil certifié CE et conforme à la directive RoHS, à la norme IEC651 (type 2) ainsi qu'à la norme ANSI S1.4 (type 2). Il est également doté d'une interface PC via le logiciel Noise Logger Communication Tool pour visualiser les spectres de bruit mesuré (figure 62).



Figure 61: Sonomètre Triplett 3550 SoniChek Pro. Source: Amazon.com, 2022

Figure 62 : Illustration sur Noise Logger Communication Tool. Source : Google.com, 2022

2. Noise capture : Une application androïde (figure 63), développée par l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR) et l'université Bretagne Sud, qui s'appuie sur des apports significatifs en acoustique et géomatique environnementales. L'étalonnage et la qualité de la mesure sont mis en évidence. Les développeurs du protocole de collecte de données ont présenté l'idée de la participation du groupe aux activités de mesure, le « noise capture parties » par municipalités, organisées.
   Ces occurrences assurent des statistiques plus précises et sont pertinent pour la compréhension du bruit. Les informations créées sont envoyées à un serveur et utilisées pour alimenter la modélisation du bruit basée sur une base plus large pour la cartographie des environnements sonores données publiques. Un module d'étiquette de données qui peut être utilisé pour des évaluations perceptives (PICAUT et al., 2021). L'utilisation de cette application en tant qu'outil complémentaire était important dans le processus de mesurage de bruit en fonction des fréquences par bandes d'octave et de tiers d'octaves (figure 64), et la production des cartes communautaires du bruit ambiant (figure 65).

Légende :

1. Niveau sonore en décibel (dB).
2. Statistiques sonores (Lmin, Lmoy, Lmax).
3. Durée de mesurage.
4. Précision de la position géographique.
5. Représentation fréquentielle du bruit.
6. Bouton d'enregistrement.
7. Bouton de mise en pause.

Figure 63 : Vue sur le panneau de mesure. Source : https://noise-planet.org/noisecapture_protocol.html, 2022

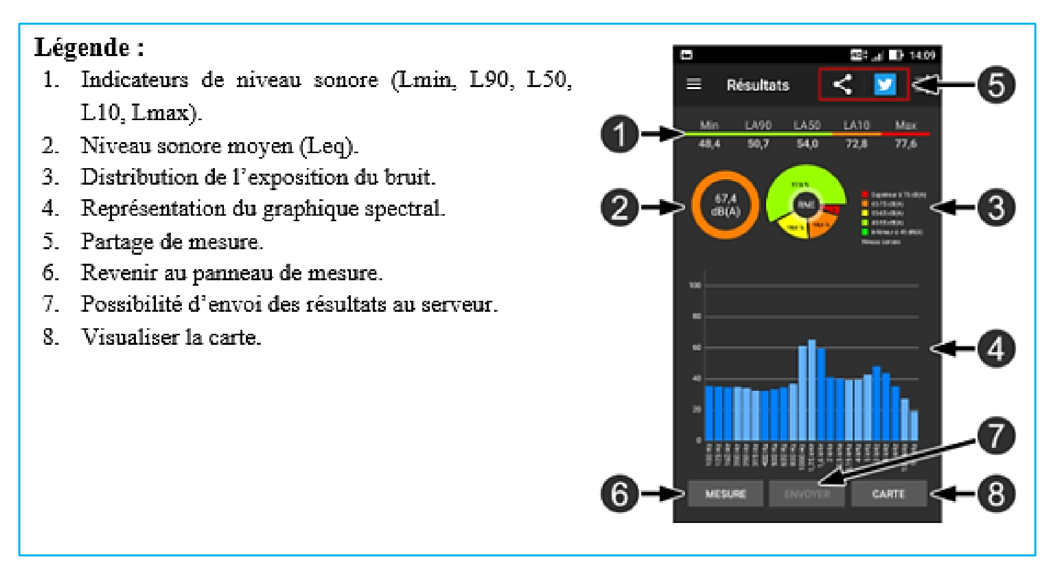


Figure 64 : Vue sur le panneau des résultats. Source : https://noise-planet.org/noisecapture_protocol.html, 2022

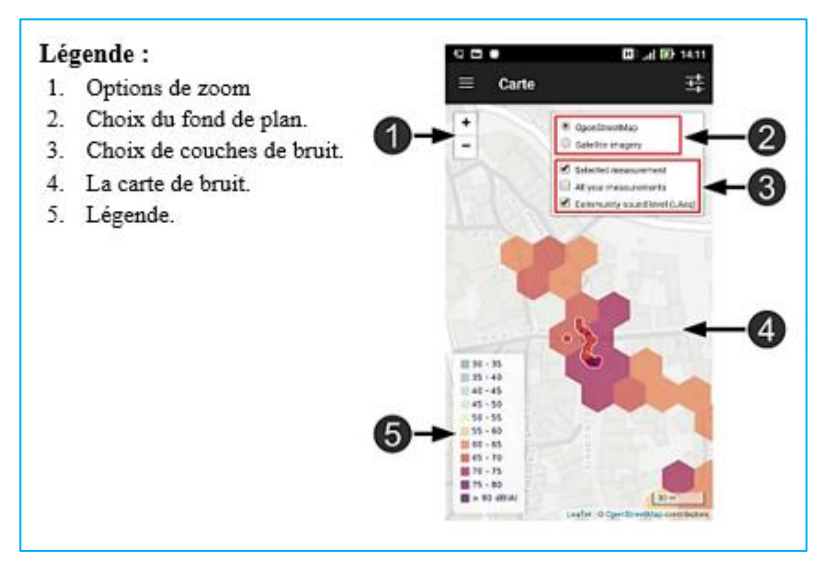


Figure 65 : Vu sur le panneau de la carte de bruit. Source : https://noise-planet.org/noisecapture_protocol.html, 2022

2.2.Testabilité de niveau du bruit extérieur

La campagne de mesurage a été effectuée dans la cité résidentielle de Champs de Manœuvre à Guelma, au niveau de la trame viaire qui encercle cette cité, dont l'objectif est de mettre en évidence le **profil sonore** de ces routes en fonction de temps de la journée.

Pour cela, le bruit routier généré vari significativement tout le long de la route étudiée dû au changement de volume du trafic routier, l'inclinaison de la route et la variation progressive du dépistage, donc il était indispensable de diviser cette trame viaire en cinq segments (Department of Transport: Welsh Office, 1988),, présenté en figure 66, ce qui va nous aider au final à réaliser une carte sonore spécifique à cette zone urbaine (la cité CDM).



Figure 66 : Division de la trame viaire de la cité CDM en segments. Source : Auteur, 2022

2.2.1. Caractéristiques de la routé investiguée

Dans le but de mener un diagnostic acoustique sur le bruit routier, les caractéristiques d'une route sont des éléments essentiels à prendre en considération. Elles sont notamment le type de revêtement, la vitesse de flux, la composition du flux et la pente. Ce sont des éléments clés nécessaires dans le processus de mesurage du bruit routier.

C'est dans cet esprit que la route de la cité Champs de Manœuvre est dotée d'un revêtement essentiellement par surfaces bitumineuses. La route avait une vitesse moyenne de 35 Km/h et une vitesse maximale à ne pas dépasser au voisinage de la cité résidentielle de 50 Km/h.

Pendant 10 minutes, l'auteur devait se tenir en face de la route investiguée, pour observer le flux automobile passant, et de compter à l'aide d'un compteur manuel, un grand nombre des véhicules automobiles (voitures touristiques, motos, bus, camion) qui passent par cette zone urbaine, comme indiqué dans le tableau 2 suivant :

Tableau 2: Composition du trafic routier. Source : Auteur, 2022

Segments	Véhicule léger (VL)	Motos	Bus	Véhicule lourd (PL)
I	146	21	13	3
II	140	24	10	1
III	157	20	11	1
IV	129	16	8	1
V	134	16	6	2

Ci-après, le tableau 3 montre les différentes pentes de la trame viaire encerclant la cité CDM, selon la division par segment.

Tableau 3: Inclinaison de la route selon les segments. Source : Auteur, 2022

Segments	Pente (%)
I	0 - 2
II	1 – 5
III	5 – 10
IV	1 – 3
V	5 - 10

2.2.2. Protocole de campagne de mesurage du bruit extérieur

Dans la littérature de recherche trouvée sur le processus de mesurage d'un bruit environnemental, selon (Romeu et al., 2011) une procédure typique suivie dans les expériences pionnières dans le domaine des études environnementales consiste à effectuer des mesures à court terme d'une durée variable (**de 2 min à 2 h**) à différents intervalles pendant le jour et la nuit. Cette procédure est restée une pratique courante, avec des durées de mesure comprises entre **10 minutes et 1 heure** (Barrigón Morillas et al., 2002) ; (Collins & Oviasogie, 2019) et (Bies et al., 2018). Plus récemment, des mesures sur 24 heures ont été utilisées pour compléter les mesures à court terme, comme seul moyen d'estimer la Lday (ALBEROLA et al., 2005).

D'autres études ont étendu la durée des mesures à court terme jusqu'à 8 heures (Li et al., 2002) et (Tsai et al., 2009). Selon (Murphy & King, 2014) l'intervalle de temps des mesures doit être soigneusement considéré. Des mesures de Leq enregistrées à intervalles de **15 minutes** pendant une période d'une **semaine** fourniraient une image utile de l'environnement sonore.

Dans le rapport final publié par (U.S. Federal Highway Administration, 2018), il était indiqué que la capacité de représenter Leq d'une heure avec une mesure à plus court terme est un facteur crucial à prendre en compte lors du choix de la durée de la mesure afin d'accélérer la recherche sans compromettre la précision. L'importance de la variation du niveau sonore déterminera la durée de la mesure. Le plus grand écart prédit ou observé entre les niveaux sonores minimum et maximum survenant à l'emplacement de mesure pendant l'heure de bruit la plus défavorable peut être utilisé comme référence pour déterminer la durée de mesure :

10 dB ou moins ➔ 10 minutes.
Plage de 20 à 30 dB ➔ 15 à 20 minutes.
Plage de plus de 30 dB ➔ 30 minutes ou plus.

2.2.3. Définition des stations de mesurage

Dans cette étude, la campagne de mesurage acoustique, visant particulièrement le bruit routier qui représente la source sonore la plus dominante dans cette zone urbaine conformément au résultat de la carte de bruit produite par l'application Noise Capture, s'est fait suivant 20 stations (figure 67) désignés par leurs coordonnées géographiques dans le tableau 3.

Chaque segment routier est doté de quatre stations de mesure, distantes les unes à l'autre de 40 à 50m. Chaque station est implantée sur le trottoir à presque 2m de la chaussée, éloignée des surfaces réfléchissantes, l'appareil de mesure est monté sur un trépied à 1,5m de hauteur et fait face au passage des véhicules.

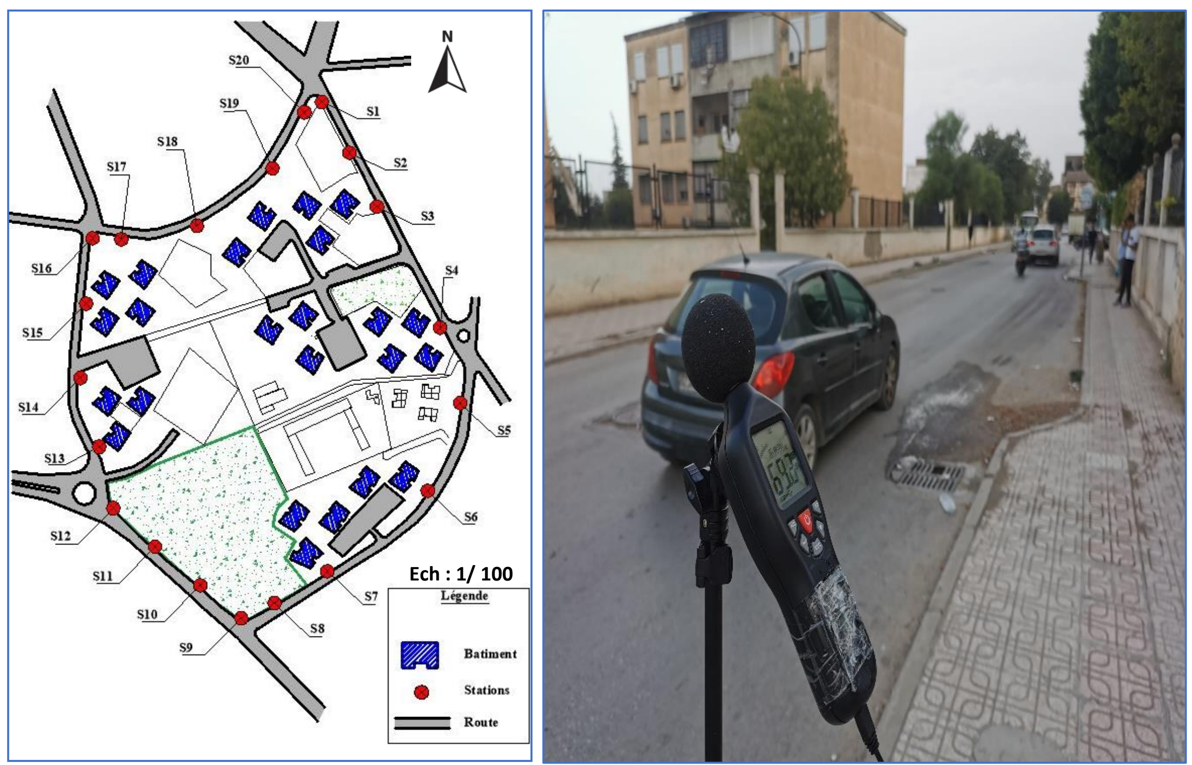


Figure 67 : Distribution spatiale des 20 stations de mesure de bruit routier. Source : Auteur, 2022

Le tableau 4 représente l'ensemble des stations de mesurage sélectionnés avec leurs cordonnées GPS à l'aide de Google Maps, ainsi qu'à leurs points de repères pour pouvoir identifier facilement leur emplacement réel.

Tableau 4: Implantation des stations de mesure selon les ordonnées GPS (Auteur, 2022)

St	Repères	Cordonnées GPS	
S1	Pharmacie Dahel	36°27'37.4"N	7°25'51.7"E
S2	Bet Moujahidine	36°27'36.2"N	7°25'52.5"E
S3	Bloc 14	36°27'34.7"N	7°25'53.3"E
S4	Bloc 21	36°27'30.9"N	7°25'55.7"E
S5	Pharmacie Saadaoui	36°27'28.6"N	7°25'56.4"E
S6	Bloc 24	36°27'26.0"N	7°25'55.0"E
S7	Bloc 28	36°27'23.8"N	7°25'51.5"E
S8	VMS	36°27'23.2"N	7°25'49.8"E
S9	Feu rouge	36°27'23.1"N	7°25'47.3"E
S10	Trust	36°27'24.0"N	7°25'46.0"E
S11	Jardin 19 Juin	36°27'24.9"N	7°25'44.9"E
S12	Rond-point	36°27'25.9"N	7°25'43.7"E
S13	Bloc 1	36°27'27.9"N	7°25'42.9"E
S14	Entrée du quartier	36°27'29.3"N	7°25'42.5"E
S15	Bloc 4	36°27'31.9"N	7°25'42.8"E
S16	Mosquée El Quds	36°27'33.6"N	7°25'43.1"E
S17	Bloc 6	36°27'33.5"N	7°25'44.4"E
S18	Centre culturel	36°27'33.8"N	7°25'46.8"E
S19	Pente feu rouge	36°27'35.8"N	7°25'50.0"E
S20	Feu rouge face APC	36°27'37.5"N	7°25'51.2"E

2.2.4. Période et durée de mesurage

La campagne de mesurage a été effectuée en 2022 en deux périodes : période hivernale (Février et Mars), et une période estivale (Juin et Juillet). Dans chaque mois, le mesurage était réalisé trois (03) fois par une semaine ; samedi – mardi – jeudi. Conformément à la norme (AFNOR, 1996) les mesures ont été menées sous de bonnes conditions météorologiques (ciel dégagé, vent faible, température modérée), entre 9h et 17h (intervalle de référence), avec d'environ 1h30min (intervalle d'observation) pour le mesurage sur chaque segment (figure 68).

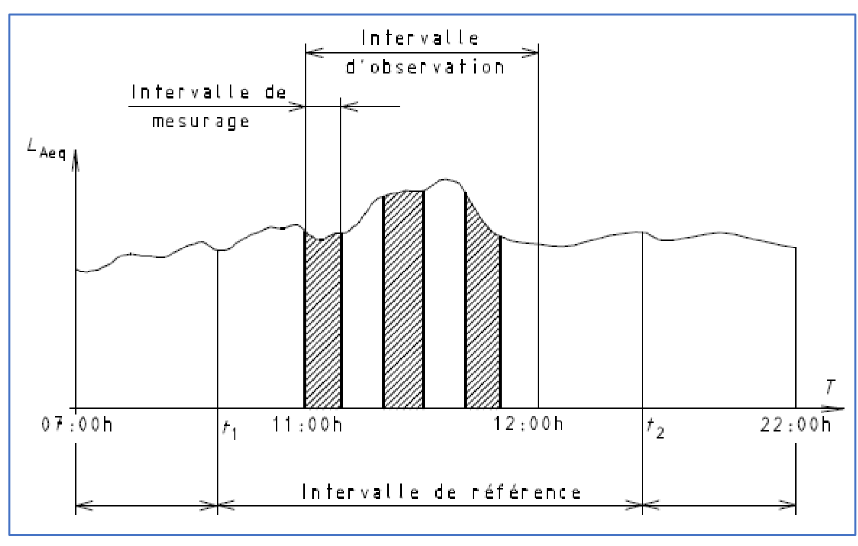


Figure 68 : Schéma explicatif des intervalles de mesurage, d'observation et de référence. Source : AFNOR, 1996

A chaque station, le mesurage direct de niveau continu équivalent de pression sonore LAeq avait une durée de 10 minutes (intervalle de mesurage) répétée une seule fois.

2.2.5. Indicateurs du bruit

Sur chaque station de mesurage, la mesure de niveau de pression sonore s'est faite avec une pondération fréquentielle A, et une pondération temporelle "Fast".

A- Le premier indicateur du bruit utilisé principalement dans cette étude pour évaluer et analyser est le niveau sonore continu équivalent de pression acoustique pondéré **LAeq** qui désigne le niveau d'énergie produit par une source sonore donnée par une période de temps, avec une pondération fréquentielle A, reflétant la sensibilité de l'oreille humaine au bruit entendu.

Le niveau LAeq est donné par la formule suivante :

$$LAeq, Te = 10\log\left[1/Te \int_0^{Te} 10^\wedge LA(t)/10.dt\right]$$

B- Les indicateurs statistiques du bruit comme **L10** est également visé dans cette étude, d'où L10 représente le niveau sonore qui est dépassé pendant 10% de temps de mesurage. Cet indicateur est généralement utilisé pour caractériser la variation sonore en fonction du temps, tel que la variation sonore dû au trafic routier et le bruit de fond (Bies et al., 2018).

C- Le niveau sonore maximal **Lmax** présente le niveau sonore qu'une source sonore peut produire au maximum pendant une période de temps donnée.

D- LNP niveau de pollution sonore et l'indice de bruit du trafic TNI :

D-1 Niveau de pollution sonore (LNP)

Le LNP sert d'indicateur de la pollution de l'environnement pour les perturbations physiologiques et psychologiques du corps humain (Pronello & Camusso, 2012).

$$(LNP) = Leq + (L10 - L90)$$

D-2 Indice de bruit de trafic (TNI)

L'indice de bruit de la circulation indique le degré de variation ou le degré de gêne du flux de circulation (Jamrah et al., 2006).

$$(TNI) = 4 * (L10 - L90) + L90 - 30 \text{ Ou } (TNI) = 4(L10 - L90) + Leq$$

2.3. Testabilité de niveau du bruit intérieur

L'étape suivante dans la testabilité des niveaux sonores consiste à conduire une campagne de mesurage dans l'environnement intérieur des logements étudiés, particulièrement dans les locaux habitables les plus exposés au bruit, dans le but est de voir les variations des fluctuations du bruit venus de l'extérieur à travers l'enveloppe du bâtiment et de mettre au claire les performances acoustiques des éléments de la façade.

2.3.1. Indication des logements à étudier

En se basant sur le principe de « most exposed façade » ; une terminologie anglaise qui indique la façade la plus exposée au bruit extérieur, contrairement au « quiet façade » qui veut dire la façade calme et qui subit moins de bruit, avec une différence de 20 dB (KURRA & DAL, 2012). De plus, la détermination des performances acoustique de la façade d'un bâtiment dépond principalement sur les données représentant la situation sonore de la zone investie par l'analyse.

Suivant les observations de l'auteur, les réponses de l'enquête sociologique et la campagne de mesurage du bruit extérieur, trois (03) logements sont sélectionnés pour l'étude, dans lesquels on a établi les mesures acoustiques à l'intérieur vis-à-vis le bruit aérien extérieur, émis en particulier par le bruit routier. Dans cette étape, Ces trois (03) logements sont localisés dans les bâtiments montrés sur la figure 69 :

Bloc 14 ➔ segment I
Bloc 24 ➔ segment II
Bloc 07 ➔ segment IV

Ils sont jugés exposés gravement au bruit selon les niveaux sonores perçus au voisinage de ces blocs et suivant les occupants qu'ils ont indiqués qu'ils ont subi une gêne dans leurs lieux habités par le bruit routier, spécifiquement dans les chambres ayant des fenêtres qui donnent sur la route.



Figure 69 : Localisation des trois blocs à étudier. Source : Auteur, 2022

2.3.2. Caractéristiques architecturales des logements étudiés

Les trois logements choisis pour l'étude d'investigation quantitative dans l'environnement intérieur appartiennent tous aux bâtiments à usage d'habitation avec quatre (04) logements par palier, construit dans la cité Champs de Manœuvre entre 1986 et 1990 avec un système constructif préfabriqué en béton ordinaire, façade plane en couleur beige, d'environ 17m de hauteur (figure 70).

La forme des ouvertures, décrite par la nature de l'usage interne, détermine l'horizontalité des façades (chambre, salon, cuisine, etc.). L'équilibre entre le plein et le vide est marqué par un axe de symétrie. Bien que l'entrée principale ne soit pas surélevée par des escaliers ou d'autres éléments architecturaux esthétiques, ces derniers font référence aux fenêtres et aux



Figure 70 : Vue sur la hauteur de bâtiment de la cité CDM. Source : Auteur, 2022

portes. - Les fenêtres de la façade sont dépourvues de balcons (façade plane sans décrochement vers l'extérieur), et malgré l'intensité élevée quasi constante du rayonnement solaire, il n'y a pas de brise soleil au niveau des ouvertures.

1. Logement 01

Le premier logement choisi appartient au premier étage du bâtiment bloc 14 orienté Nord-Ouest, Sud-Est (figure 71), ce qui donne un bon ensoleillement en période matinale.



Il est distant de la route principale (segment I) seulement de 13m, sans aucun dispositif anti bruit ou un tissu vert (arbres).

Figure 71 : Illustration sur la position du bâtiment bloc 14. Source : Google Maps, 2022

Cet appartement est de type F3, de surface de 65 m² (figure 72), d'où le couloir présente la colonne vertébrale de la disposition spatiale intérieure du logement, au moment où l'allocation de l'espace le long d'un axe de circulation en forme de L. C'est grâce à cette répartition que tous les espaces peuvent s'ouvrir vers le couloir central.

Les espaces intérieurs sont numérotés sur la vue en plan comme suit :

1. Séjour
2. Chambre 01
3. Chambre 02
4. Cuisine
5. Salle de bain
6. Wc
7. Hall d'entrée
8. Séchoir
9. Espace commun (escalier du bloc)

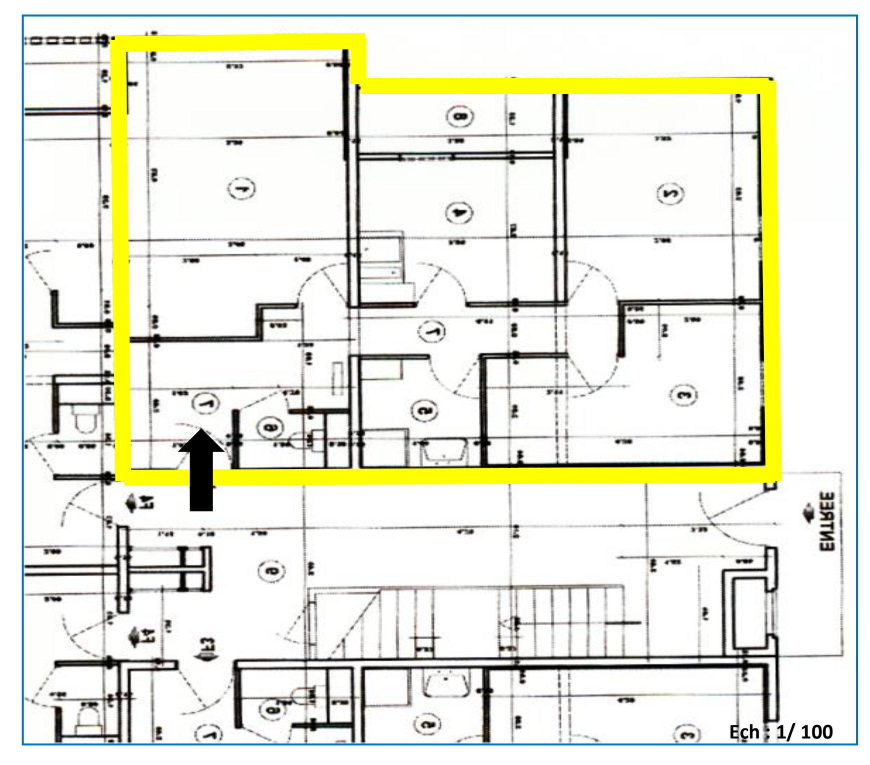


Figure 72 : Disposition spatiale en plan du logement 01 en bloc 14. Source : Auteur, 2022



Figure 73 : Vue sur l'environnement immédiat de bâtiment bloc 14. Source : Auteur, 2022

L’orientation du logement 01 est d’environ 75% vers la route, au moment où la chambre 2, la cuisine et le séjour ont des fenêtres de la façade latérale donnant directement sur la route du segment I, ce que fait que ces pièces sont susceptibles de faire face au bruit émis par la route, contrairement à la fenêtre de la chambre 1 située en façade principale qui donne sur l’entrée du bloc et le siège du CNL (figure 73).

2. Logement 02

Le deuxième logement choisi appartient au premier étage du bâtiment bloc 24 orienté également Nord-Ouest, Sud-Est (figure 74), ce qui donne un bon ensoleillement en période matinale. Il est distant de la route de jardin du 19 Juin (segment II) seulement de 12m, sans aucun dispositif anti bruit.



Figure 74 : Illustration sur la position du bâtiment bloc 24. Source : Google Maps, 2022

Cet appartement est de type F4, de surface de 74 m² (figure 75), d’où le couloir présente la colonne vertébrale de la disposition spatiale intérieure du logement.

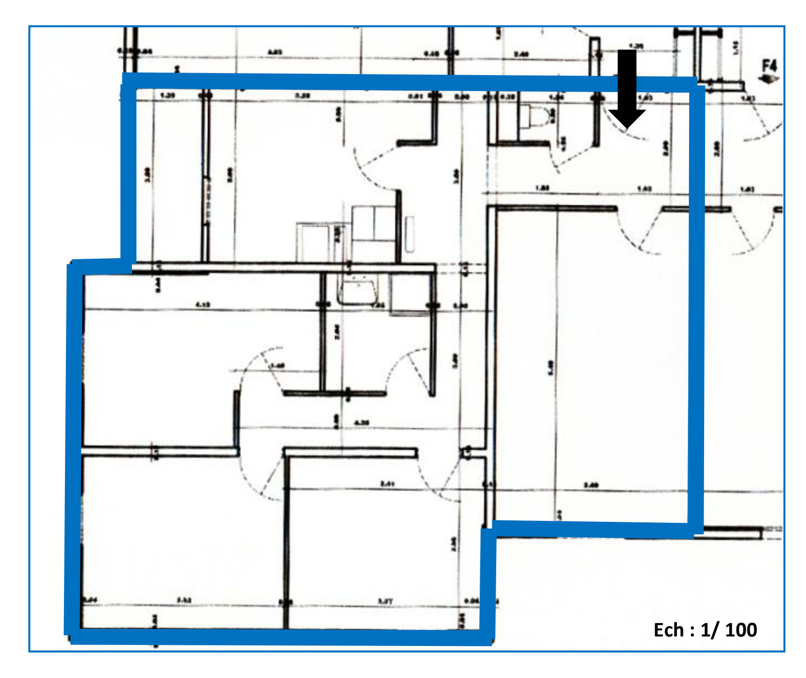


Figure 75 : Disposition spatiale en plan du logement 2 en bloc 24. Source : Auteur, 2022

Les espaces intérieurs sont numérotés sur la vue en plan comme suit :

1. Séjour 4. Cuisine 7. Hall d'entrée
2. Chambre 01 5. Salle de bain 8. Séchoir
3. Chambre 02 6. Wc 9. Espace commun (escalier du bloc)

L'orientation du logement 02 est d'environ 75% vers la route, au moment où la chambre 2, la cuisine et le séjour ont des fenêtres de la façade principale donnant directement sur la route du segment II, ce que fait que ces pièces sont susceptibles de faire face au bruit émis par le passage du trafic routier, contrairement à la fenêtre de la chambre 1 située en façade latérale qui donne sur une aire destinée au stationnement des véhicules des habitants (figure 76).

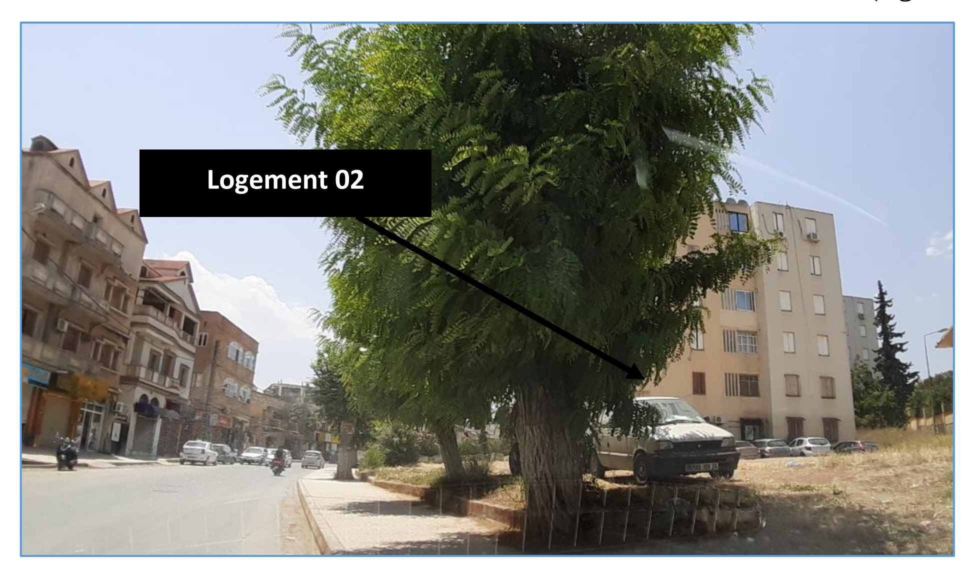


Figure 76 : Vue sur l'environnement immédiat du bâtiment bloc 24. Source : Auteur, 2022

3. Logement 03 :

Le troisième logement choisi appartient au premier étage du bâtiment bloc 07 orienté également Nord-Est, Sud-Ouest (figure 77), ce qui donne un bon ensoleillement en période matinale. Il est distant de la route Gehdour (segment IV) seulement de 10m, sans aucun dispositif anti bruit.



Figure 77 : illustration sur la position du bâtiment bloc 07. Source : Google Maps, 2022

Cet appartement est de type F3, de surface de 65 m² (figure 78), possède les mêmes caractéristiques architecturales concernant la disposition spatiale des espaces susmentionnés dans les deux autres logements.

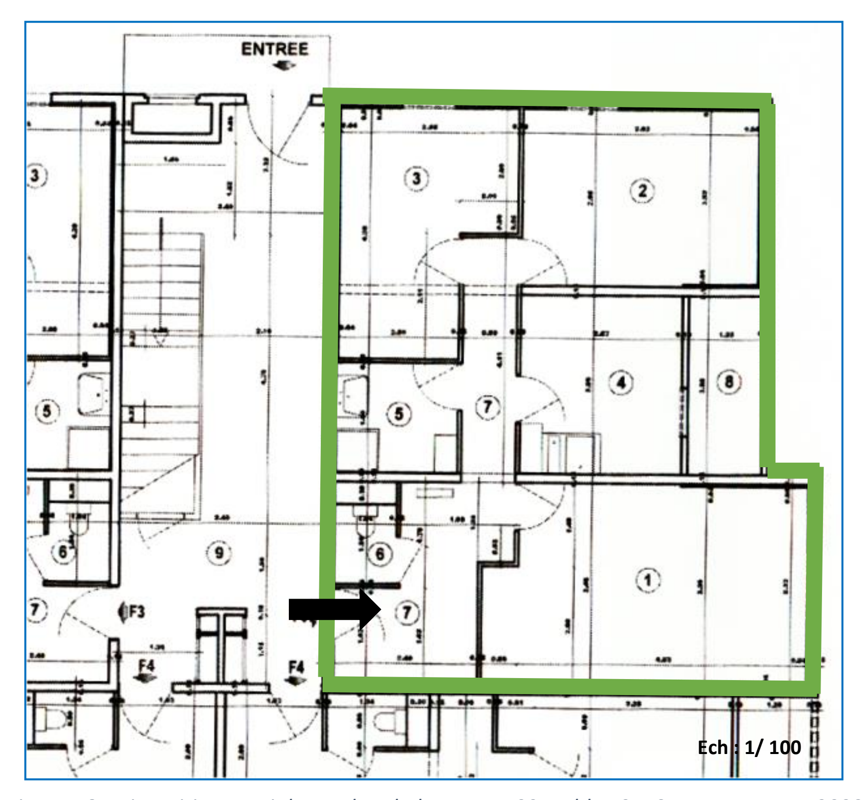


Figure 78 : Disposition spatiale en plan du logement 03 en bloc 07. Source : Auteur, 2022

L'orientation du logement 03 est d'environ 100% vers la route (forme en L), au moment où la chambre 2, a une fenêtre sur la façade principale qui donne sur la mosquée El- Quds, ainsi qu'aux fenêtres de le chambre 1, le séjour et la cuisine situées sur la façade latérale donnant également à la route Guehdour (segment IV), ce que fait que probablement le logement entier est susceptible de faire face au bruit émis par le passage du flux de trafic routier (figure 79).



Figure 79 : Illustration de l'environnement immédiat du bâtiment bloc 07. Source : Auteur, 2022

2.3.3. Protocole de campagne de mesurage du bruit intérieur

Comparer l'isolation entre les différents éléments d'un bâtiment contre le bruit extérieur nécessite une perspective différente. Au lieu de calculer une valeur absolue à partir de l'information de l'indice de réduction des différents éléments de la façade, l'isolation d'une façade consiste plutôt à estimer le niveau sonore à l'intérieur d'une structure à partir de la connaissance de l'environnement sonore extérieur.

Par conséquent, la différence entre les niveaux continus comparables devant la façade et dans le local de réception, tous les deux sont mesurés sur la même période de temps, sert d'indicateur de l'isolation acoustique d'une façade.

Dans la littérature de recherche trouvée sur le processus de mesurage d'un bruit venus de l'extérieur au sein d'un local de réception, d'après (STACY et al., 1974) une campagne de mesurage lors d'une expérimentation établie pour une opération de rénovation acoustique d'un logement contre les nuisances sonores dû essentiellement au bruit du trafic routier, elle a été effectuée simultanément sur deux stations à l'extérieur et à l'intérieur des locaux de réception étudiés pendant un intervalle de **15 minutes**.

De plus, selon (Association of Noise Consultants, 2020) la personne responsable sur la procédure de mesurage du bruit doit choisir une technique acceptable et la durée adéquate à la situation étudiée pour mesurer le bruit dans les bâtiments en fonction des circonstances. En l'absence d'une nécessité particulière pour une autre méthode de mesure, cette façon de détermination des niveaux sonores dans les bâtiments pourrait être appropriée.

Cette approche simple et pratique tente de permettre de produire des données représentatives à partir de mesures du son en présence à court terme avec un niveau respectable de répétabilité et de reproductibilité.

Il peut être nécessaire d'utiliser des prélèvements de mesure plus longs pour obtenir des résultats qui soient des représentations exactes du son provenant de la source sur l'ensemble de la période de référence lorsque des conseils sur les prélèvements de mesure sont fournis.

Etant donné que le bruit provenant de la circulation automobile, il est présent pendant la période de référence mais à un niveau qui varie de manière non discrète au cours de cette période. La période de référence (par exemple, huit heures pendant la période nocturne) peut être divisée en **sous-périodes** plus petites pour montrer la fluctuation du niveau de la source. Les mesures au sein de chaque sous-période doivent être effectuées à des intervalles **d'au moins 5 minutes**, ou si cela n'est pas possible, sur l'ensemble de la sous-période.

Dans tous les cas, la personne responsable sur la procédure de mesurage du bruit doit justifier son choix de la période de mesure.

2.3.4. Définition des stations de mesurage

Les positions des stations de mesure doivent refléter l'utilisation du bâtiment, lorsqu'un niveau sonore supérieur seulement a été spécifié, les stations de mesure doivent inclure les positions normalement occupées qui sont les plus exposées aux sources sonores les plus importantes, par exemple sur un lit, au fauteuil, en face de la fenêtre, etc.

La position des microphones (stations de mesure) peut être envisagée comme suit :

- Généralement entre 1,2 m et 1,5 m au-dessus du niveau du sol (Barrigón Morillas et al., 2016).
- Pas moins de 1,5 m de toute source sonore significative dans une pièce (par exemple, grille, service mécanique, fenêtre, etc.)
- Pour les sources sonores de l'équipement technique du bâtiment situées au plafond ou à proximité, la position de mesure peut être directement sous la source, en respectant la distance minimale indiquée ci-dessus.
- Lorsque les sources sont situées sur les murs, la position de mesure peut être à 1,5 m de la source, horizontalement.
- Lorsque plusieurs sources sont présentes, plusieurs positions de mesure peuvent être nécessaires.
- Les mesures ne doivent pas être prises avec le microphone à moins de 1 m de toute surface réfléchissant le son sauf lorsque les dimensions de la pièce ne le permettent pas, auquel cas il faut adopter la distance maximale possible.

En outre, ça dépend de la surface du local de réception, un nombre suffisant des stations de mesure doit être pris en considération pour caractériser la situation sonore du bruit entendu. Le tableau suivant présente des orientations sur le nombre de stations de mesure en rapport avec la surface des locaux :

Tableau 5: Orientations sur le nombre de stations de mesure. Source : Association of Noise Consultants, 2020

Surface (m²)	**N° de stations**
< 25	1
25 – 99	3
100– 499	6
>500	10

Dans cette étude, la campagne de mesurage acoustique à ce stade a été effectuée simultanément à l'intérieur et à l'extérieur, afin d'étudier particulièrement en fonction des fréquences (63 Hz – 4000 Hz), les fluctuations sonores du bruit routier qui représente la source sonore la plus dominante dans cette zone urbaine, perçu dans les locaux de réception (chambre à coucher ou le séjour) des trois (03) logements, choisis préalablement.

Dans chaque local de réception, l'appareil de mesure est monté sur un trépied à 1,5m de hauteur et positionné au centre de ce local (figure 80) et qui capte les fluctuations sonores intérieures au moment où la fenêtre était fermée, tandis qu'un autre appareil de mesure est positionné à 1,5m de hauteur au niveau de la source sonore qui est la route faisant face à la façade étudiée.

Cette méthode pratique permet de collecter les Noise data directement en temps réel, ainsi que de mieux démontrer la situation sonore exacte que les habitants subissent dans leurs lieux habités.

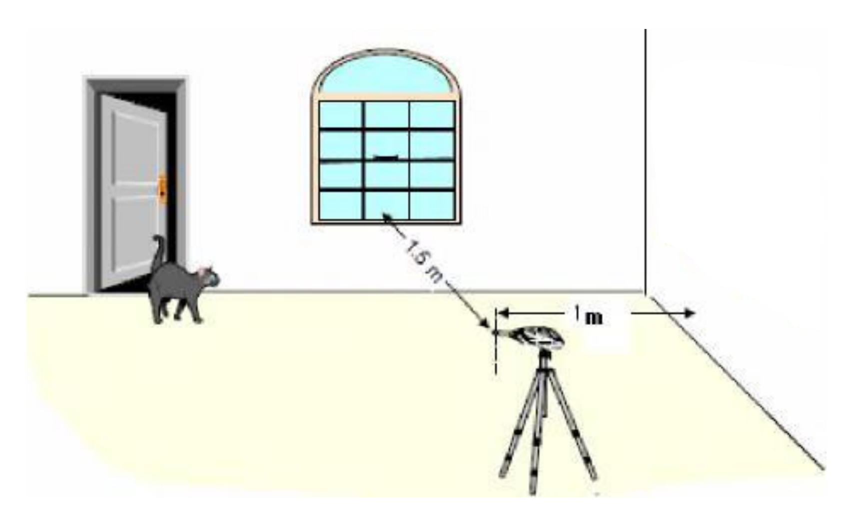


Figure 80 : Schématisation de la position de l'appareil de mesure. Source : Auteur, 2022

2.3.5. Période et durée de mesurage

En relation avec la disponibilité des occupants des trois (03) logements qui ont acceptés de collaborer avec l'auteur (figures 81, 82 et 83), la campagne de mesurage du bruit perçu à l'intérieur vis-à-vis le bruit venu de l'extérieur, principalement par le bruit routier, a été établie en mois de Juillet 2022, en période diurne (de l'après-midi vers 17h), sous de bonnes conditions météorologiques, et suite au flux automobile qui passe en face de ces trois bâtiments de bloc 14, 24 et 07, respectivement.

Pour cela, afin de mieux caractériser la situation sonore de l'environnement intérieur des locaux de réception choisis, l'auteur a opté également pour une durée de mesure d'une heure (intervalle d'observation), divisée en des intervalles de courtes durées de 10 à 30 minutes par logements (intervalle de mesurage), suivant trois (03) cas :

Mesurage pendant 10min en face d'une fenêtre ouverte.
Mesurage pendant 10min en face d'une fenêtre fermée (vitrage seulement).
Mesurage pendant 10min en face d'une fenêtre entièrement fermée (vitrage + persienne).



Figure 81 : Vue d'intérieure sur le logement investigué 01. Source : Auteur, 2022



Figure 82 : Vue d'intérieure sur le logement investigué 02. Source : Auteur, 2022



Figure 83 : Vue d'intérieure sur le logement investigué 03. Source : Auteur, 2022

2.3.6. Indicateurs du bruit

Sur chaque station de mesurage, la mesure de niveau de pression sonore s'est faite avec une pondération fréquentielle A, et une pondération temporelle "Fast".

A- Le premier indicateur du bruit utilisé principalement dans cette étude pour évaluer et analyser est le niveau sonore continu équivalent de pression acoustique pondéré **LAeq** qui désigne le niveau d'énergie produit par une source sonore donnée par une période de temps, reflétant la sensibilité de l'oreille humaine au bruit entendu. Le niveau LAeq est donné par la formule suivante :

$$LAeq, Te = 10\log\,[1/Te \int_0^{Te} 10\char`^ LA(t)/10.\,dt]$$

B- Le niveau sonore maximal **Lmax** présente le niveau sonore qu'une source sonore peut produire au maximum pendant une période de temps donnée.

C- Le niveau sonore minimal **Lmin** présente le niveau sonore perçu à l'intérieur d'un local de réception pendant une période de temps donnée.

D- **Rw et R'w** : La norme ISO 717-1 (voir annexe 04) décrit le système d'attribution d'un chiffre unique pour caractériser les caractéristiques de perte de transmission acoustique d'un élément de construction (2020).

Les termes utilisés dans la technique donnée dans la norme ASTM E413-16 (2016) sont différents, cependant à part cela, les processus sont assez comparables. Dans la norme ISO, l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré (Rw) et l'indice d'affaiblissement acoustique (Ri) remplacent respectivement la classe de transmission acoustique et la perte de transmission acoustique (STC).

Le contour pour les données par bande de 1/3 d'octave a exactement la même forme que celui de la figure 7.5, à l'exception de la ligne droite à l'extrémité basse fréquence qui descend jusqu'à 100 Hz et se termine à 3150 Hz à l'extrémité haute fréquence (Bies et al., 2018).

Conclusion

Dans ce chapitre, l'essentiel de l'investigation quantitative sur les nuisances sonores perçues, suivant un protocole de mesurage du bruit à l'extérieur et à l'intérieur des logements, dans les deux phases : préliminaire et principale, est présenté de manière détaillée, conformément à la littérature de recherche. Pour récapituler, il est à noter que :

- Les campagnes de mesurage extérieures ont été menées au niveau de la cité Champs de Manœuvre en période diurne (entre 9h et 17h), pendant la période hivernale et estivale en 2022.
- Pendant quatre mois, le mesurage a été effectué pour trois jours durant une semaine.
- 20 stations sont sélectionnées sur cinq segments routiers qui encerclent cette cité, et constituent l'origine de la source sonore (bruit routier).
- Deux instruments de mesure ont été utilisés pour le processus : le sonomètre et le smartphone doté de l'application calibrée NoiseCapture.
- Chaque station de mesurage, dispose d'un niveau sonore continu qui équivaut la pression acoustique pondéré LAeq, d'un niveau sonore maximal Lmax et d'un niveau statistique L10. Ces différents niveaux sont à mesurer pendant 10 minutes.
- Le soulèvement du profile sonore de la source investiguée permet de créer par la suite les cartes stratégiques du bruit.

- Pour les campagnes de mesurage intérieures, le niveau sonore continu équivalent de pression acoustique pondéré LAeq, le niveau sonore maximal Lmax et le niveau minimal Lmin, se sont des indicateurs à mesurer, pendant 10 minutes, à répéter trois fois.
- Afin de diagnostiquer le niveau de bruit perçu à l'intérieur des trois logements jugés comme les logements les plus susceptibles de subir du bruit routier.
- L'indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré R'w est utilisé dans la phase expérimentale pour évaluer les performances acoustiques des éléments de la partie vitrée.

De plus, cette partie pratique, conforme avec l'état de l'art et les travaux scientifiques visant l'évaluation des nuisances sonores, soit dans l'environnement extérieur ou intérieur, on a essayé de mettre aux claires le processus complet à suivre pour établir de manière détaillée l'analyse prospective des nuisances sonores au sein de la cité résidentielle de Champs de Manœuvre à Guelma, à travers un travail de terrain suivant des protocoles bien définis et qui correspondent aux manuels et guides techniques conventionnels.

La présentation générale du cas d'étude choisi sous l'aspect architectural et urbanistique nous permet d'identifier les raisons relatives à la justification de choix, de prendre en considération les atouts de la zone étudiée et de surligner son contexte sonore. Ensuite, pour mieux décrire le milieu physique étudiée, il était nécessaire d'employer la méthodologie descriptive, à travers l'utilisation de l'approche qualitative basée sur l'établissement des enquêtes sociales, ainsi que l'approche quantitative fondée sur les mesures acoustiques.

Avoir effectuer les enquêtes auprès des habitants et les campagnes de mesurage à l'extérieur et à l'intérieur, constitue une étape primordiale dans l'affirmation de la présence du problème de bruit, au sein de cette cité résidentielle, dans le but de diagnostiquer l'état de lieux acoustique et d'avoir la signature sonore de cette zone, ainsi que l'évaluation des performances acoustiques des éléments de la façade des logements investigués, à travers l'utilisation des indicateurs précis du bruit perçu.

PARTIE 3 : ***RESULTATS ET DISCUSSION DES TESTABILITES ACOUSTIQUES***

CHAPITRE I : Résultats de l’investigation qualitative

Introduction

Dans ce chapitre, l’ensemble de résultats de testabilité sonore appliquée au sein de la cité Champs de Manœuvre à Guelma sera abordé dans ce qui suit, commençant d’abord par le résultat de l’enquête sociale, menée auprès des habitants qui ont acceptés de collaborer avec l’auteur, dans une étape qui consiste à valider la présence du problème des nuisances sonores dans cette cité résidentielle, à travers la perception subjective des habitants vis-à-vis le bruit.

1. Analyse et discussion des résultats des enquêtes

1.1.Interprétation des résultats de la pré-enquête

On a commencé notre travail de terrain par une pré enquête menée au niveau de la cité Champs de Manœuvre à Guelma, où l'objectif primaire était de recueillir rapidement l'avis des habitants de cette cité, choisie comme cas d'étude, et leur vécu du bruit au quotidien (jour et nuit).

En effet, il est aussi important d'identifier et de mettre en évidence les bâtiments et leurs occupants les plus susceptibles d'être gênés par les nuisances sonores dans une première approche de cette étude, ainsi que de valider l'existence d'un problème d'audition contre les nuisances sonores chez la majorité des habitants de la cité des Champs de Manoeuvre.

D’après la figure 84.a, il est montré que d’environ 74% des réponses des interviewés qui occupent les étages inférieurs dans le bâtiment (rdc, r+1 et r+2) réclament qu’ils sont très affectés par les nuisances sonores extérieurs tell que le bruit routier, le bruit des enfants qui jouent, etc. Par ailleurs, les personnes qui habitent au troisième étage (r+3) représentent que 18% des gens qui se sentent gênés par le bruit, tandis que seulement 8% des interviewés habitent aux étages supérieurs dans le bâtiment (r+4 et r+5) et qui déclarent que les nuisances sonores extérieurs sont moins audibles et non gênantes.

C’est dans cet esprit qu’on conclut à la base de la théorie de l’acoustique « la science du son » que le principe de l’éloignement de la source sonore est effectivement ressenti dans ce cas-là : plus on s’éloigne de la source, moins est-il le bruit, et c’est basant sur cette conclusion qu’on a choisi dans les prochaines étapes d’investigation seulement les niveaux inférieurs dans le bâtiment comme les niveaux les plus susceptibles de faire face au bruit.

De plus, suivant la deuxième variable du pré enquête (figure 84.b), la majorité des familles habitant la cité Champs de Manœuvre sont de moyennes familles composées de 4 à 5 personnes (père, mère et enfants) représentant 64% des interviewés. Cependant, 26% des interviewés se sont de petites familles composées de 3 personnes. Alors que les grandes familles (6 à 8 personnes) occupant les logements de la cité Champs de Manœuvre représentent que 10% des interviewés. C’est dans ce sens qu’on peut mettre en considération une forte relation entre le bruit de voisinage et le nombre de personnes en famille.

En outre, la troisième variable du pré enquête concernant la perception des nuisances sonores extérieures (figure 84.c), uniquement 22% des interviewés ont répondu qu’ils ne sont pas provoqués par le bruit, malgré que la plupart des interviewés (78%) déclarent et affirment qu’ils subissent du bruit dans leur vécu journalier à domicile, probablement c’est dû à l’emplacement du logement dans le bâtiment (étages inférieurs), l’orientation des ouvertures de la façade, les niveaux sonores élevés émis par plusieurs sources et l’isolation acoustique modeste vis-à-vis le bruit.

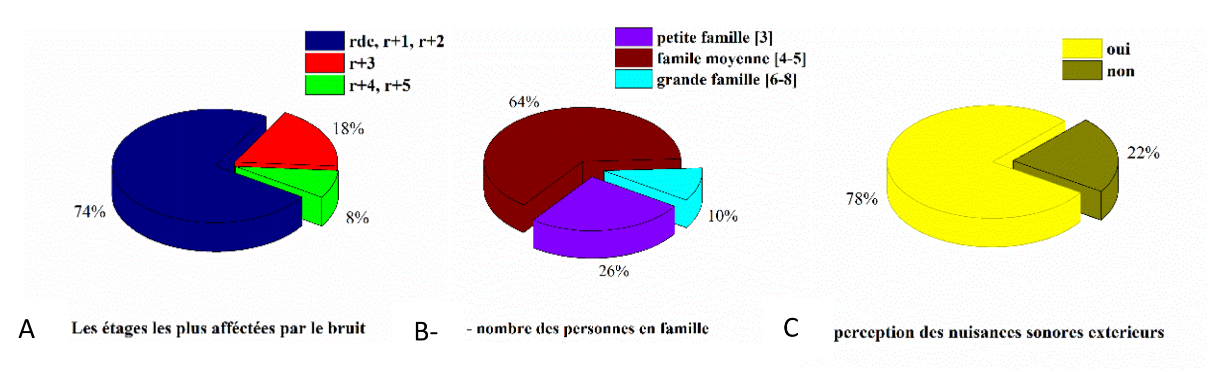


Figure 84 : Paramètres visés dans l'entretien directe. Source : Auteur, 2022

1.2.Aperçu sur le témoignage direct lors du pré enquête

Le logement est l'espace prive qui devrait préserver l'intimité des personnes, et une mauvaise isolation acoustique n'assure pas ce besoin. Nous citons ci-après des déclarations directes des occupants des logements pré enquêtés, lors de l'interview effectué avec eux.

Nuisances sonores extérieures

Le bruit des motos à la nuit, m'énerve...
Le bruit de la bouche d'égout percuté par les voitures me rend anxieux...
Je ferme la fenêtre, mais aucun changement, j'entends le bruit des voitures qui passent…
J'entends les mots vulgaires depuis la route…
Je suis dérangé par les discussions des personnes qui attendent l'ouverture de la clinique et le cabinet médical...
J'ai toujours des conflits avec les enfants qui jouent et qui crient…
Le bruit de climatiseur actif est gênant…
Malgré j'occupe le dernier étage du bâtiment, mais le bruit d'un camion de ramassage de poubelle est audible…
Je suis très stressé lorsque quelqu'un accélère fortement sa voiture…
J'habite en face de la mosquée El Quds, après la prière d'el Jomoa, les bruits des vendeurs me rend en colère…

Nuisances sonores de voisinage

Quand les voisins discutent, j'entends ce qu'ils disent…
J'ai eu des conflits avec mes voisins à cause de ma petite fille qui fait du bruit…
Chaque été, mon voisin fait un projet de rénovation chez soi à n'importe quelle période de la journée…
Le bruit de la chasse d'eau dans les toilettes est audible…
J'entends le bruit des pas des gens dans la cage d'escalier…
Manque de moyens financiers, sinon je déménage…
Oui j'entends le bruit mais je suis habitué, rien à faire...
Mon voisin a une mauvaise habitude, il frappe sa porte d'entrée très fortement…
Je suis contre l'emplacement d'un cabinet médical ou un laboratoire dans un bâtiment résidentiel, ça fait du bruit…

Sur l'échantillon du pré enquête qui a été menée, les bruits qui posent le plus problèmes sont essentiellement les bruits aériens extérieurs (bruit routier, bruit de jeux d'enfants) ou intérieurs (conversation, télévision, bricolage).

1.3.Interprétation des résultats de l’enquête sociale

Pour la première section du questionnaire concernant les informations personnelles du répondant, la figure 85.a a montré que près de 51% des répondants sont des femmes occupant les logements enquêtés, déclarant qu'elles passent presque la majorité de leur temps pendant la journée dans leur maison, de sorte qu'elles sont certainement soumises au bruit, tandis que 49% des répondants sont des hommes.

La figure 85.b montre qu'il existe trois groupes d'âge, avec 36,43% des répondants âgés de 20 à 40 ans et de plus de 50 ans, tandis que seulement 27,14% d'entre eux avaient entre 40 et 50 ans, ce qui explique par la suite pourquoi la majorité des habitants sont des propriétaires, représentant 63.57% des répondants (figure 85.c). L'obtention de telles statistiques indique que ces répondants sont des adultes et sont qualifiés pour offrir des réponses valides.

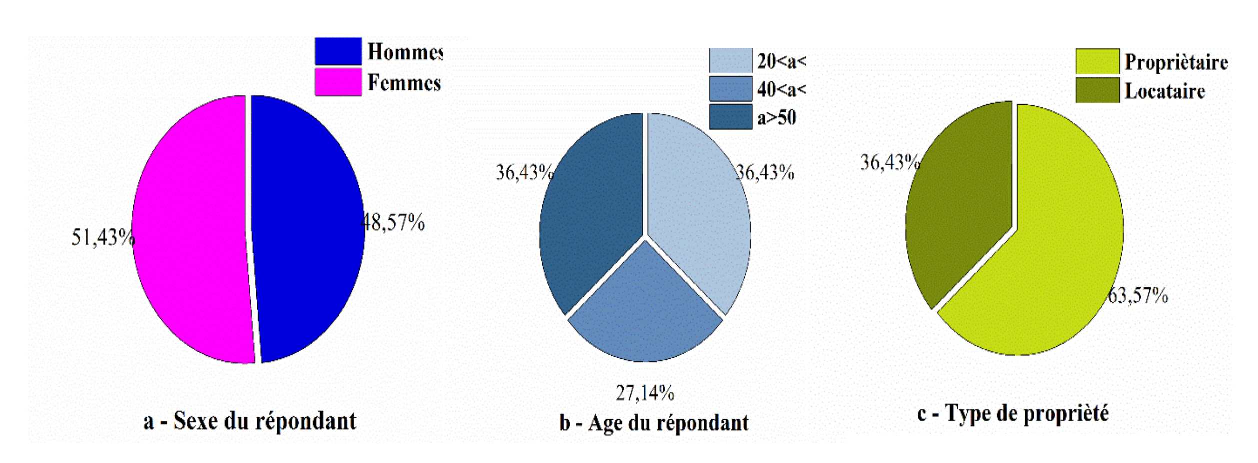


Figure 85 : Informations personnelles de répondants. Source : Auteur, 2022

La section suivante du questionnaire portait sur les caractéristiques des logements interrogés. La figure 86.a montré que 63 répondants (45%) ont déclaré vivre dans un logement qui fait face à la route principale, tandis que 77 répondants (55%) ont répondu que leur logement est soit à côté de la route principale, soit loin de celle-ci.

En outre, la figure 86.b montre que 59 répondants (42.1%) vivent dans des appartements au rez-de-chaussée, 30 répondants (21,4%) vivent dans des appartements au premier étage, tandis que seulement 28 personnes (20%) vivent dans des appartements au deuxième étage et 23 personnes (16,4%) dans des appartements au troisième étage. La raison pour laquelle les auteurs n'ont choisi que ces trois étages tiennent à la théorie de la propagation du bruit.

Lorsque la distance par rapport à une source sonore linéaire (par exemple, une route) est doublée, le niveau de pression acoustique est réduit de 3 dB (Hamayon, 2010). La figure 86.c indique qu'un nombre total de 60 répondants (42,8%) ont répondu qu'ils vivaient dans un appartement de type F3 (deux chambres à coucher et un salon), ce qui explique le pourcentage élevé de location du logement d'après les résultats susmentionnés.

Seuls 43 des répondants (30,7%) vivent dans un appartement de type F4, tandis que le reste des répondants (26,4%) vivent dans un appartement de type F5.

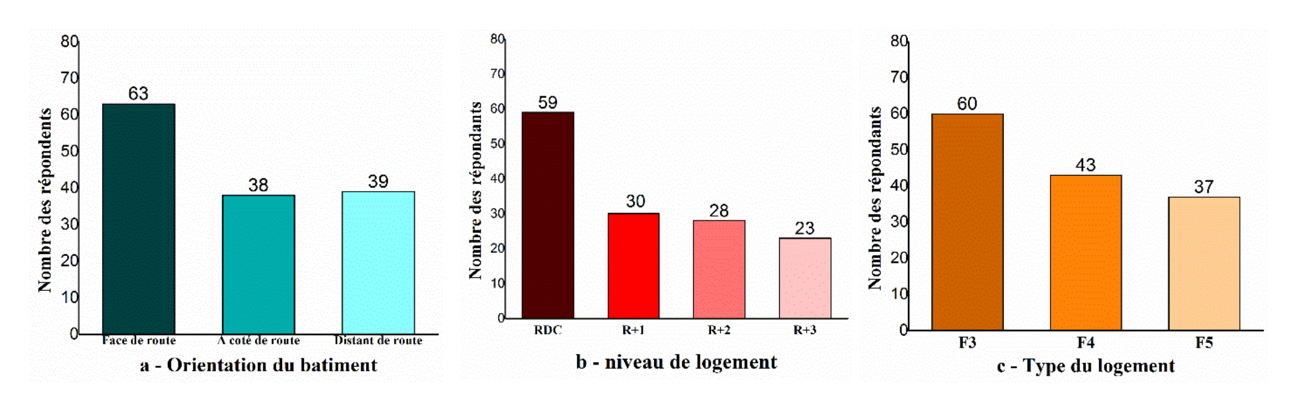


Figure 86 : Caractéristiques des logements collectifs. Source : Auteur, 2022

La troisième section du questionnaire portait sur le bruit extérieur et intérieur perçu par les résidents. On observe que 41,4% et 32,8% des habitants de la cité CDM considèrent que le centre-ville de Guelma présente un paysage sonore bruyant et très bruyant, respectivement, tandis que seulement 27,7% d'entre eux affirment qu'il est calme et paisible (Figure 87.a). Cependant, le quartier du CDM semble calme seulement pour 19,2% et modérément bruyant à certaines périodes pour 35% des répondants. 45,7% d'entre eux le considèrent comme un quartier bruyant à très bruyant (Figure 87.b).

Par ailleurs, 41.4% des résidents interrogés ont confirmé être gênés principalement par le bruit du trafic routier dans leur logement (pendant 1min, en moyenne 15 véhicules légers, 2 motos et 1 mini bus), ce qui signifie dans ce cas que presque la moitié des logements interrogés sont susceptibles d'être soumis au bruit du trafic routier en raison de la position du bâtiment à proximité de la chaussée. 38,5% d'entre eux se sont plaints du bruit des voisins, tandis que 20% des autres occupants ont accusé d'autres types de bruit comme les animaux et les enfants (Figure 87.c).

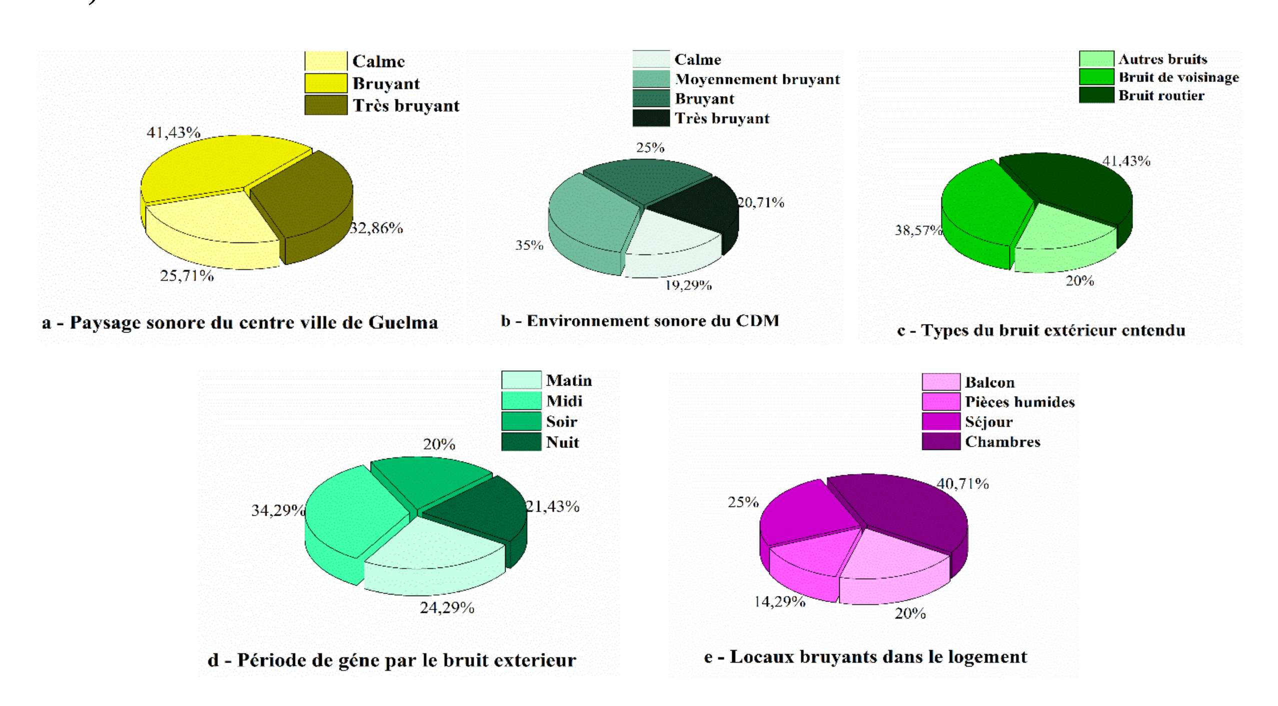


Figure 87 : Perception du bruit extérieur par les répondants. Source : Auteur, 2022

58,6% des personnes interrogées souffrent du bruit extérieur en particulier pendant la journée (de 5h à 13h), au moment où 41,4% des autres occupants ont déclaré d'être gênés le soir et la nuit (de 17h à 3h) par le bruit des motos (Figure 87.d).

En outre, 25 % et 40,7 % des personnes interrogées ont affirmé que leur séjour et leur chambre à coucher sont soumis aux bruits extérieurs (Figure 87.e), principalement en raison de la mauvaise répartition spatiale des espaces intérieurs et des faibles propriétés d'isolation acoustique des panneaux de façade (murs et fenêtres). En outre, 14,2% et 20% des répondants ont perçu des nuisances sonores dans leurs pièces humides et sur leur balcon, respectivement.

En ce qui concerne le bruit intérieur, 29 personnes interrogées ont indiqué qu'elles entendaient les conversations des voisins, tandis que 26 personnes souffrent du bruit des pas, et 23 d'entre elles ont critiqué le bruit du comportement des voisins, alors que d'autres sont gênées par d'autres types de bruits roses comme le bruit des appareils ménagers, le bricolage occasionnel et le bruit des enfants qui jouent (Figure 88.a).

Étant donné que les résidents ont été gênés et ont présenté une note élevée de gêne sonore contre le bruit des voisins (avec un score de 4/5), il a été constaté que 95 répondants (67,8%) ont eu un effet psychologique dû au bruit, où vivent dans un état de stress et de colère, ce qui les pousse à sortir de la maison et posent plainte, tandis que le reste des répondants sont habitué au bruit entendu (s'en fiche, demander amiable). C'est pourquoi la figure 88.c montre que 66 répondants (47,1%) envisagent de quitter leur logement en raison du bruit insupportable qu'ils entendent, alors que 74 d'entre eux (52,8%) ont choisi de rester.

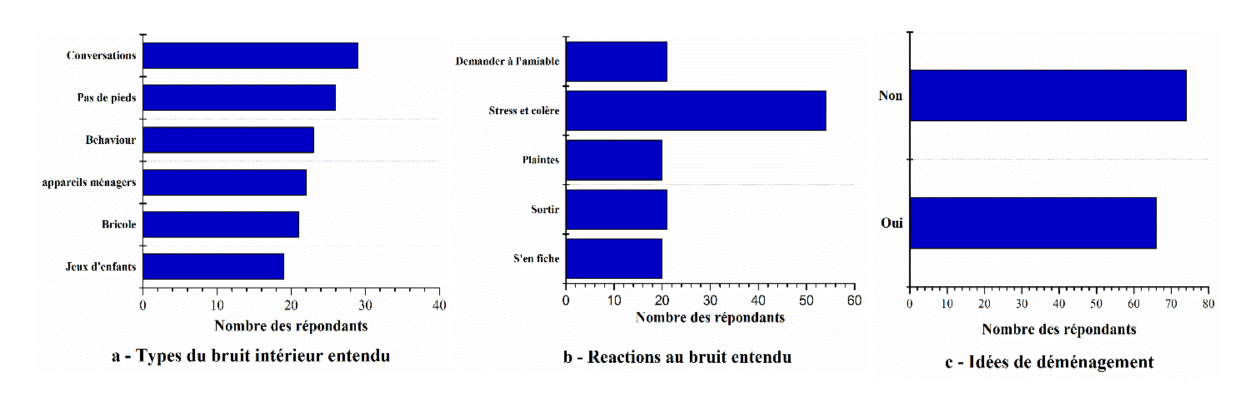


Figure 88 : Perception du bruit intérieur par les répondants. Source : Auteur, 2022

La dernière section du questionnaire était consacrée à l'évaluation de degré de conscience chez les répondants. Il semble que presque la moitié des répondants (45%) ne reconnaissent pas l'existence de la réglementation algérienne sur le bruit, 31,4% d'entre eux en ont une idée et seulement 23,5% des enquêtés reconnaissent la réglementation (Figure 89.a).

Par ailleurs, 47,8% des répondants ne sont pas conscients que le bruit provoque des effets négatifs sur la santé humaine, 30% d'entre eux en ont une idée modeste et seulement 22,1% des répondants déclarent reconnaître les risques provoqués par le bruit (Figure 89.b).

Par conséquent, la conscience collective des habitants du quartier du Champ de Manœuvres concernant la réglementation acoustique nationale en vigueur et les effets du bruit sur la santé reste évasive, et c'est dans cette esprit, que la première étape dans le plan de lutte contre le bruit, peut commencer par l'investissement dans l'élément humain, en valorisant le sujet de la pollution sonore, par la sensibilisation des individus, à travers les campagnes de

publicité et de vigilance, les journées ouvertes, ou la diffusion directe via les stations radios, programmes télévisés et réseaux sociaux.

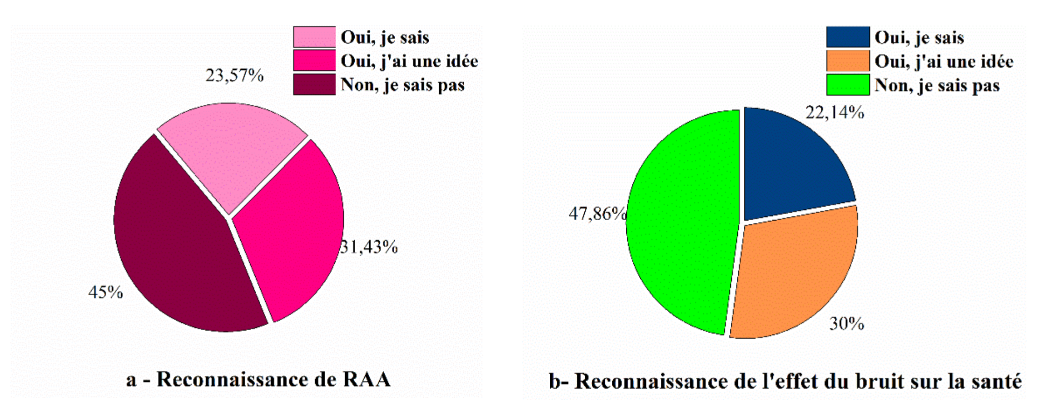


Figure 89 : Taux de sensibilisation des répondants. Source : Auteur, 2022

2. Synthèse de l'investigation qualitative

D'après les résultats des enquêtes sociales menées au sein de la cité Champs de Manœuvre, à travers les interviews et le questionnaire distribué sur 140 habitants, le problème des nuisances sonores a été validé et jugé comme omniprésent.

De plus, il était possible de mettre en place des points conclusifs, depuis cette investigation, au moment où :

L'évaluation subjective du bruit par les habitants à l'intérieur de leurs logements est fortement liée au niveau sonore enregistré à la source.

L'étage occupé et la façade exposée au bruit extérieur sont deux facteurs clés qui déterminent le niveau de gêne perçu par l'habitant.

4/5 des habitants se plaignent et souffrent en silence des nuisances sonores (bruit routier et de voisinage) dans leurs lieux habités.

La sensibilisation du public aux risques pour la santé que peut entraîner une forte exposition au bruit, permet de mieux lutter contre la pollution sonore d'un point de vue préventif.

L'inapplication de la réglementation acoustique Algérienne la rend méconnue de la société, ce qui implique la perte des droits civiques.

Conclusion

En rapprochant l'habitant via les enquêtes sociales, que ce soit par les questionnaires directes ou diffusés en lignes, et par le fait de lui donner la parole et de lui permettre d'exprimer ses besoins, ses avis et ses préoccupations vis-à-vis un enjeu assez significatif comme le bruit et la pollution sonore au niveau des zones résidentielles, par le biais de l'évaluation subjective des nuisances sonores par la perception humaine, via le système auditif et le sentiment psychique de l'individu, constitue un élément clé et important à prendre en considération dans le développement des plans d'actions fixés dans le but de lutter contre ce problème.

Cette phase nous a également aider à attirer l'attention des gens et d'essayer de leur présenter les conséquences de l'exposition permanente à un bruit élevé, dans une démarche qui favorise l'ouverture des portes aux spécialistes du domaine, vers la nécessité d'investiguer sur terrain sur les niveaux du bruit extérieur à l'aide des instruments de mesure conventionnels.

CHAPITRE II : Résultats de l'investigation quantitative

Introduction

Le présent chapitre est fondé sur les résultats de l'approche qualitative abordée ci-dessus, en mettant en évidence la parole de l'habitant, qui a validé à son tour sa souffrance en silence de bruit extérieur et intérieur, et qui a déclaré également ses besoins liés à la recherche d'une solution rentable pour alléger le niveau du bruit perçu dans son lieu habité.

Après avoir effectué des mesures acoustiques pendant la journée, tout le long des routes à deux voies, traversant la cité résidentielle de Champs de Manoeuvre, les résultats obtenus par cette étape sont présentés dans les sections suivantes.

1. Analyse et discussion des résultats des mesures acoustiques

1.1. Interprétation des résultats de mesures préliminaires

Tout d'abord, en septembre 2019, une visite de terrain a été organisée pour la première fois afin de réaliser des mesures acoustiques le long du parcours piéton, à l'aide de l'application Noise Capture, combiné à sa trace GPS pour créer une carte de bruit, qui peut être affichée dans une carte interactive au sein de l'application, qui à son tour affiche les zones endommagées par les nuisances sonores sur une échelle de bruit. L'appareil est utilisé comme un capteur de son et pour traduire les fluctuations du bruit ambiant reçues par un microphone externe en une carte représentative de bruit.

D'après la figure 90 et 91, qui présentent respectivement un Open Street Map et une image satellitaire, de la cartographie sonore au sein de la cité Champs de Manœuvre à Guelma, obtenues à l'aide de l'application Noise Capture à travers le chemin emprunté par l'auteur. Il est bien évident selon l'échelle conventionnelle des niveaux sonores en couleur, que le niveau de bruit varie entre 60 – 70 dB (hexagones en couleur rouge brique) notamment marqué sur la route de champs de manœuvre présentée en segment I, II et en segment V, dû au passage fort des véhicules de transport et les véhicules à deux roues (motos).



Figure 90 : Open Street Map de la cartographie sonore de la cité Champs de Manoeuvre à l'aide de Noise Capture. Source : https://noise-planet.org/map_noisecapture/index.html#17/36.45839/7.43003/, 2022

Nous avons dénoté également des niveaux sonores élevés qui peuvent atteindre 80 dB au niveau des ronds-points (hexagones en couleur mauve), causés principalement par le comportement des chauffeurs lors d'un encombrement, qui les mène à klaxonner et à accélérer, dépassant par conséquent les seuils conventionnels admis. Au niveau des segments III et IV, il était clair que les niveaux sonores sont légèrement réduits vers 55 – 65 dB sur cette route qui est moyennement fréquentée. Cependant, des niveaux de bruit acceptables variant entre 50 – 55 dB sont détectés sur une route piétonne qui divise cette cité résidentielle en deux parties.

Cette cartographie sonore réalisée à l'aide de l'application Noise capture (installée et calibrée), elle nous a permis d'établir un zonage de la cité étudiée, au moment où la zone bruyante de la cité se trouve sur la périphérie à proximité des routes avec un flux automobile fort, et une zone moyennement calme située au centre de cette cité, écartée de bruit routier.

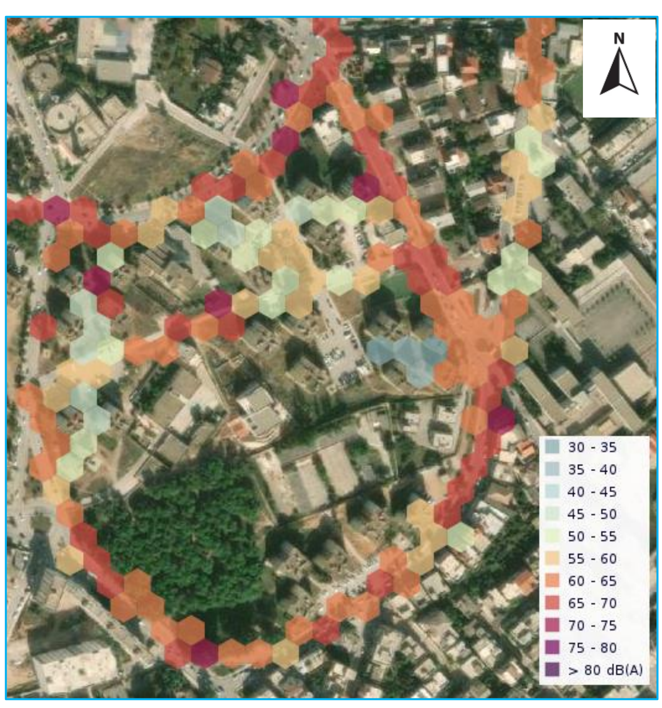


Figure 91 : Image satellitaire de la cartographie sonore de la cité Champs de Manoeuvre via Noise Capture0 Source : https://noise-planet.org/map_noisecapture/index.html#17/36.45839/7.43003/, 2022

De plus, des études scientifiques récentes tell (BOCHER et al., 2017), (GRUBESA et al., 2018), (LEE et al., 2020), (Dubey et al., 2020), (PICAUT et al., 2021) et (PADILLA-ORTIZ et al., 2022) ont encouragé d'après les résultats qu'ils ont obtenus lors de leurs utilisation des applications sur les smartphones, noise capture y mentionnée, qu'il faut impliquer le grand public et en utilisant des smartphones standard comme capteurs de bruit, et ils ont cherché à fournir une solution à faible coût pour que les citoyens mesurent leur exposition personnelle au bruit dans leur environnement quotidien et participent à la création de cartes de bruit collectives en partageant leurs mesures géolocalisées et annotées avec la communauté.

En deuxième lieu, la campagne de mesurage préliminaire suivant 30 stations réparties sur le territoire de la cité Champs de Manœuvre sur la base de la cartographie sonore produite par Noise Capture, a donné des résultats comme suit :

D'après les spectres sonores affichés en figure 92 ci-dessous, nous avons observé que le bruit enregistré (niveau de pression sonore L_p) varie entre 58 dB et 85 dB. Ces niveaux sonores dépassent par conséquent en totalité les seuils recommandés soit par l'Organisation mondiale

de la Santé (OMS) fixé à 55 dB le jour, soit par la réglementation nationale fixé à 70 dB, ce que fait que cette zone résidentielle subit de la pollution sonore.

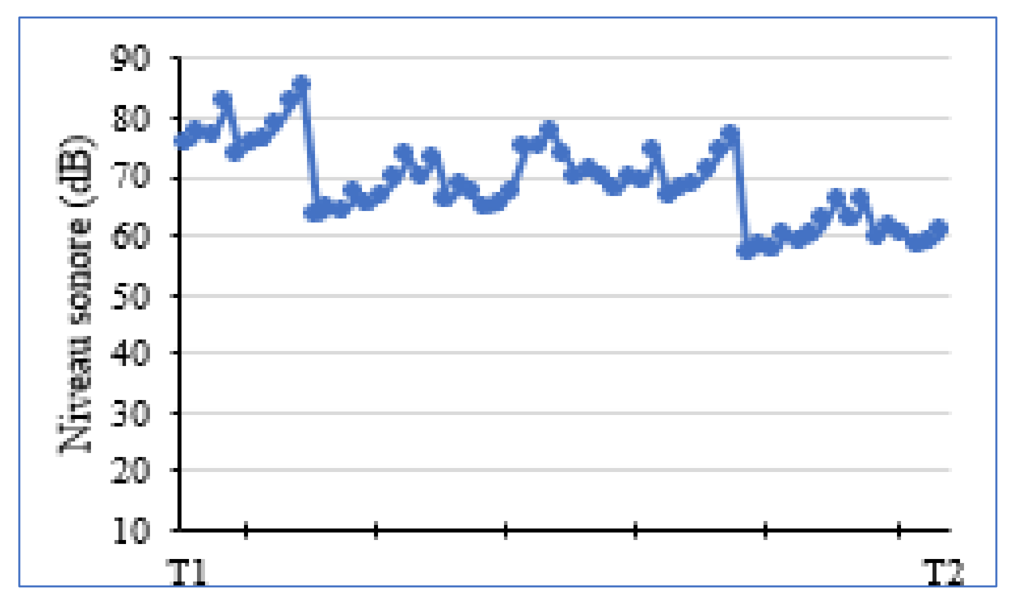


Figure 92 : Fluctuations des valeurs de LAeq,1min durant le mesurage acoustique préliminaire. Source : Auteur, 2022

La figure 93 suivante résume les résultats du niveau sonore équivalent continu pondéré $LA_{eq,1min}$ calculé suite au mesurage préliminaire en Septembre 2019 sur les 30 stations. Il était noté que 40% (soit 12 stations) ont enregistrés un niveau $LA_{eq,1min}$ supérieur au seuil de 70 dB, avec un niveau LAeq minimal de 70,4 dB et un niveau LAeq maximal de 81,9 dB, tandis que 60% du reste des stations ont enregistré un niveau $LA_{eq,1min}$ qui variait entre 59,3 dB et 69,9 dB. Selon (BENLIAY et al., 2019) et (TOPRAK & AKTÜRK, 2004) l'exposition à des niveaux similaires [30 – 65 ; 65 - 90 dB] peut provoquer un désagrément auditif et des troubles cardio-vasculaires suite à l'augmentation de tension artérielle et le rythme respiratoire.

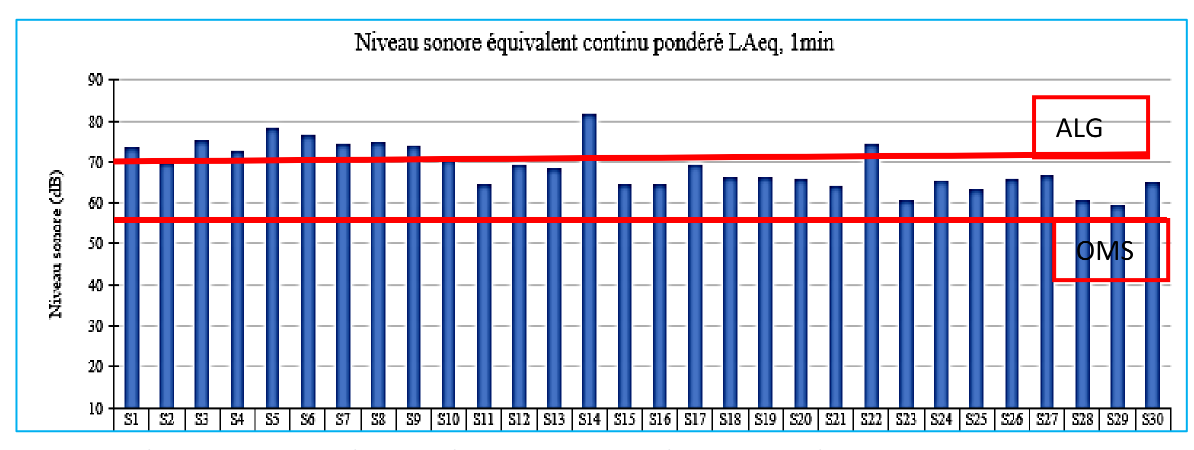


Figure 93 : Fluctuation moyenne de niveau de pression sonore Lp des 30 stations de mesurage. Source : Auteur, 2022

Les résultats obtenus derrière cette phase préliminaire nous ont confirmé la présence du problème des nuisances sonores dans la cité de Champs de Manœuvre, ainsi qu'elle nous a aidé globalement à créer une idée générale sur le paysage sonore existant au sein de cette zone urbaine, qui est dominé par le bruit environnemental, causé principalement par les moyens de transport.

1.2. Interprétation des résultats des mesures principales

1.2.1. Mesurage à la source

Après avoir effectué des mesures adéquates de bruit pour la deuxième phase d'investigation pendant quatre mois ; deux mois en hiver (Février et Mars) et deux mois en été (Juin et Juillet), en mesurant les niveaux sonores pendant trois jours pour chaque mois pendant la journée au niveau de 20 stations, réparties le long des routes principales à deux voies, à proximité des bâtiments résidentiels de la cité de CDM, les résultats obtenus de cette phase sont présentés dans les sections suivantes :

A – Résultat de mois de Février

Selon la figure 94, les résultats globaux des mesures du bruit le long de la route dans les 20 stations de 9h30 à 16h30 ont révélé que le niveau $LA_{eq,10min}$ pendant le jour de weekend (samedi le 12 Février) variait entre 51 dB et 70 dB. Seulement au niveau des stations 1, 2, 5, 7, 12, 13, 17 et 18 (soit 40%) des niveaux sonores élevés de 67 dB et 70 dB ont été enregistrés, tandis que le reste des stations, un niveau plus faible de $LA_{eq,10min}$ a été capté, en raison du faible volume du trafic routier pendant le week-end.

Cependant, durant le jour de semaine (mardi le 15 Février) ont enregistré de très hauts niveaux sonores $LA_{eq,10min}$ qui variaient entre 66 dB et 89 dB, ainsi que durant le deuxième jour de semaine de mesure (jeudi le 17 Février) le niveau sonore $LA_{eq,10min}$ variait entre 59 dB et 83 dB. Ces résultats étaient enregistrés sur presque toutes les stations de mesure au niveau des cinq segments routiers, similairement aux résultats de l'étude de (COLLINS & OVIASOGIE, 2019).

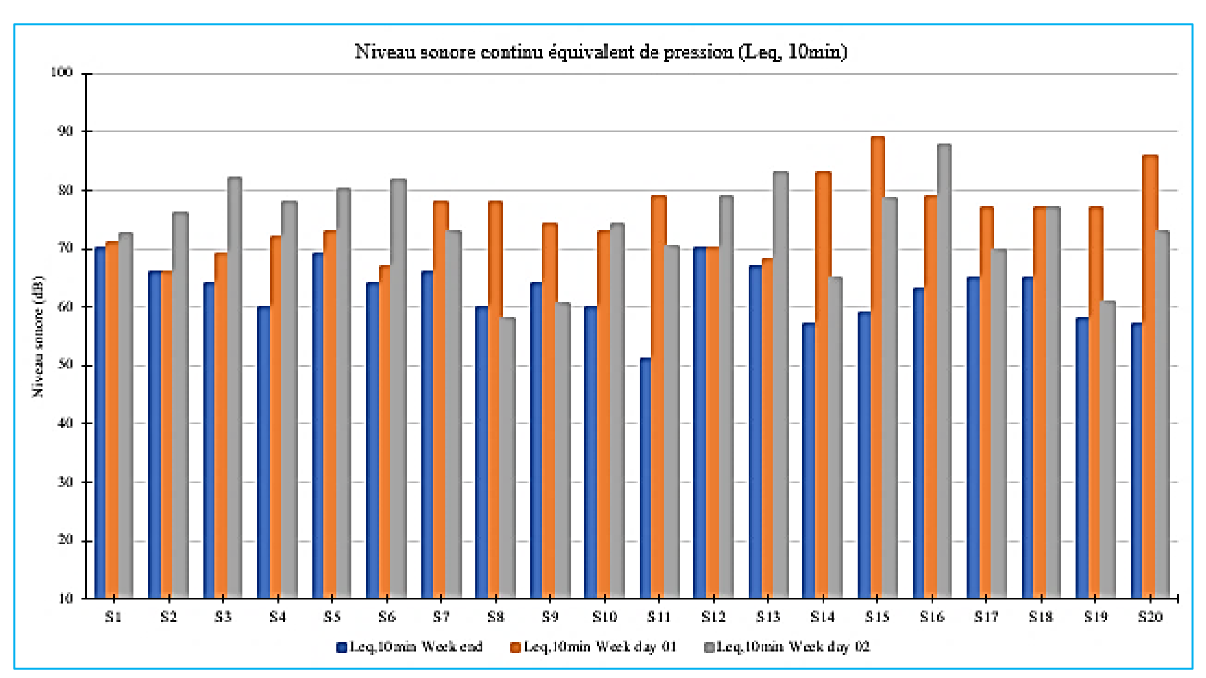


Figure 94 : Fluctuations de niveau sonore Leq,10min sur les 20 stations de mesure en mois de Février. Source : Auteur, 2022

La cause principale d'avoir une telle augmentation des niveaux sonores c'est le volume important du trafic automobile passant par cette zone urbaine, particulièrement au niveau de segment I, II et V, ainsi que le comportement des chauffeurs notamment au sein des feux rouges et intersections.

Par la suite, en figure 95, les nuisances sonores en jours de semaine comparées au jour de weekend indiquent des valeurs (75,3 dB et 74 dB pour les week days) qui ont dépassé la limite

de bruit de 70 dB en période diurne (6h- 22h) admise par la réglementation algérienne dans son décret n°93-184 datant de 1993 sur l'émission du bruit à proximité des bâtiments résidentiels.

Le non-respect de la réglementation peut être expliqué par le fait de l'ignorance du citoyen de sa présence ou d'une éducation civique réduite, ce qui engendre par conséquent la genèse du bruit et un déséquilibre de la tranquillité publique.

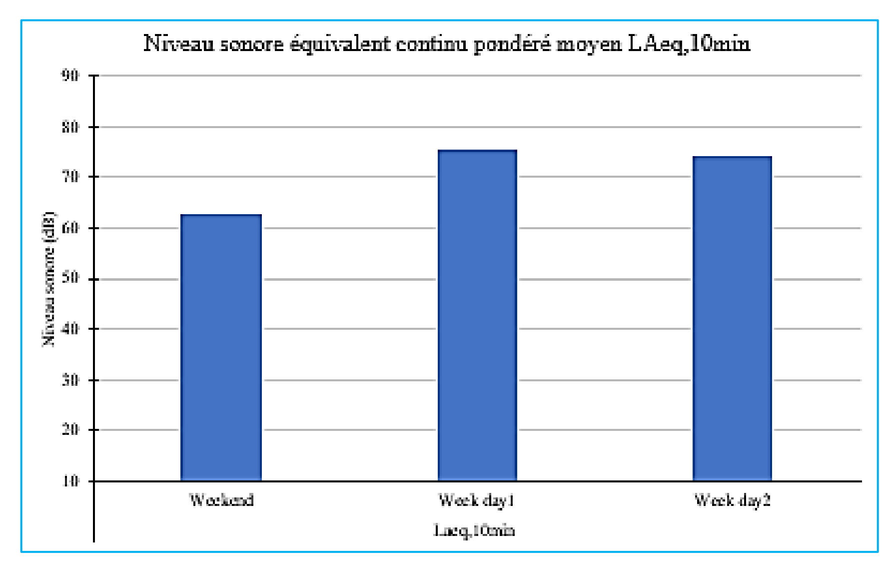


Figure 95 : Fluctuations de niveau sonore LAeq,10min moyen du mois de Mars. Source : Auteur, 2022

En outre, les campagnes de mesurage en mois de Février ont également montré des niveaux statistiques élevées de L10 qui représente le niveau sonore qui est dépassé pendant 10% de temps de mesurage. D'après la figure 98, les niveaux sonores de L10 ont fluctués durant le jour de week-end entre 65 dB et 75 dB au niveau de 12 stations (soit plus de 50%), principalement sur les segments I et II. Par contre durant les jours de semaine (mardi le 15 et jeudi le 17), les niveaux de L10 ont varié entre 67 dB - 92 dB et 63 dB – 90 dB, respectivement, marquant par la suite une variation élevée et importante pendant 7h de mesurage sur les 20 stations choisis pour cette opération, et qui pourrait facilement créer un sentiment de gêne et d'inconfort pour les résidents du quartier des Champs de Manœuvre (CDM), en raison de la forte intensité sonore émise par le bruit du trafic routier.

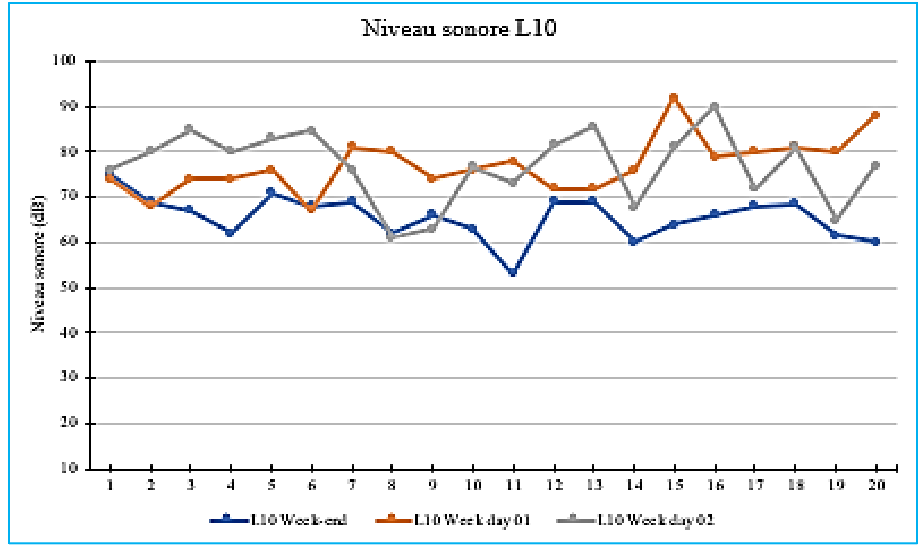


Figure 96 : Fluctuations de niveau sonore statistique L10 en mois de Février sur les 20 stations. Source : Auteur, 2022

De plus, comme le montre la figure 97, la campagne de mesurage en mois de Février a aussi visé l'indicateur de niveau sonore maximal L_{max}, qui a été enregistré en jour de week-end avec des valeurs variées entre 55 dB (station 11) et 85 dB (station 12) appartenant au segment III au niveau d'un intersection marqué par la présence d'un feu rouge. En outre, des valeurs plus élevées ont été captés dans les deux autres jours de la semaine, qui ont pu atteindre jusqu'à 90 dB et 99 dB (station 14 et 15), dû généralement au passage des véhicules de poids lourds comme les bus, le passage intense des motos, l'accélération injustifiée et le klaxon répété des chauffeurs des véhicules légers. Ce type de comportement doit être obligatoirement sanctionné par les autorités responsables, dans une démarche efficace et vitale pour lutter contre les nuisances sonores et de réduire le bruit à la source.

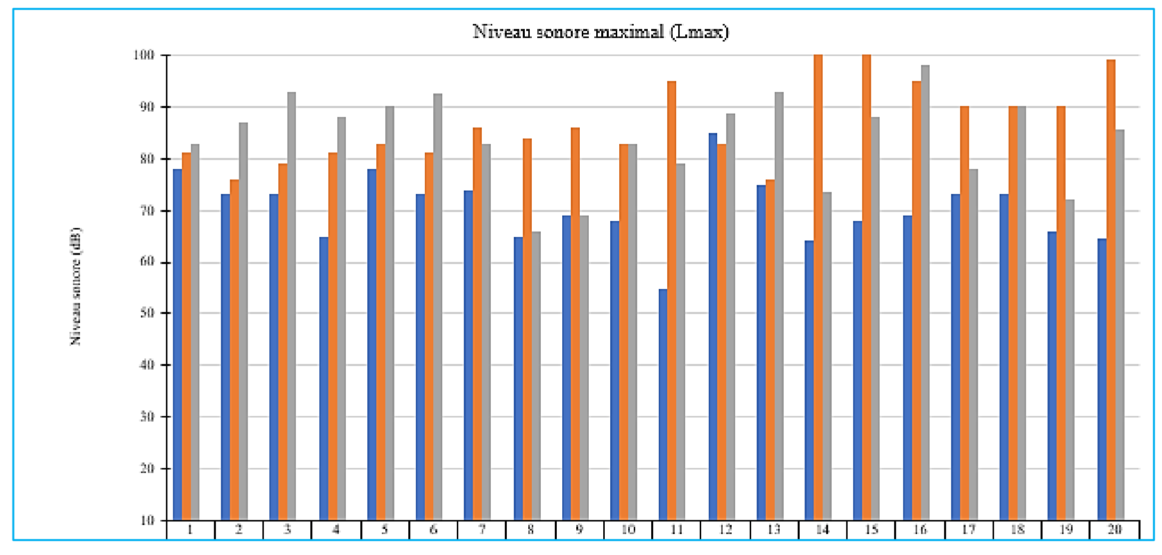


Figure 97 : Variation des niveaux sonores Lmax sur les 20 stations en mois de Février. Source : Auteur, 2022

Le tableau 6 suivant, présente le résultat des valeurs des indicateurs de bruit de Noise Pollution Level (LNP) et le niveau de Traffic Noise Index (TNI) calculés selon les formules susmentionnées pour le mois de Février.

Il était observé que les valeurs de l'indice LNP au jour de week-end ont varié sur toutes les 20 stations entre 65 dB et 85 dB, au moment où ces valeurs ont augmenté aux deux jours de semaine jusqu'à 104,7 dB enregistré en station 20, indiquant une pollution sonore remarquable dans cette zone résidentielle. Par contre, pour l'indice de TNI, ces valeurs étaient complètement élevées sur toutes les stations pendant les trois jours de mesurage, atteignant une valeur maximale de 176 dB notamment sur la station 15 en segment IV, ce qui indique par conséquent un flux très fort du trafic routier qui est le principal responsable du bruit dans les zones urbaines et se caractérise par des fluctuations du flux de trafic au cours de la journée, en raison de l'évolution de ses caractéristiques cinématiques, notamment la vitesse, l'accélération et la décélération, et créant par la suite un désagrément et un sentiment d'inconfort sonore chez les habitants.

Des résultats similaires ont été trouvé lors d'une étude effectuée en Inde (ROY, 2022) , ayant des indices LNP et TNI gravement élevés, se rapportant aux fortes nuisances sonores dû au trafic routier et au gêne des habitants.

Tableau 6: Valeurs des indices de la pollution sonore (LNP / TNI) sur les 20 stations en mois de Février. Source : Auteur, 2022

LNP			TNI		
Week-end	**Week day 01**	**Week day 02**	**Week-end**	**Week day 01**	**Week day 02**
83,5	82,4	84,6	124,0	117,0	121,0
77,0	76,8	89,0	111,0	109,0	127,0
75,0	93,0	95,6	105,0	166,0	136,5
65,0	79,6	86,0	81,0	101,0	109,0
75,7	82,8	90,0	95,0	110,5	120,0
78,6	80,0	91,8	121,6	120,0	122,0
76,0	90,0	82,0	105,0	126,0	110,0
65,0	84,5	65,5	79,0	102,7	87,5
71,0	81,0	68,0	91,2	102,0	91,0
67,0	84,6	84,0	78,7	118,0	113,0
58,0	95,0	79,6	131,7	142,0	107,0
85,0	81,6	89,5	114,0	116,0	120,6
79,0	81,0	94,0	86,6	119,7	126,8
65,0	97,0	73,8	119,6	139,0	99,6
74,7	111,0	89,0	97,0	176,0	120,0
71,7	94,6	99,0	97,0	140,0	133,6
76,5	94,5	78,8	110,0	146,0	106,0
76,7	95,0	95,0	111,0	149,0	149,0
68,7	94,5	75,0	99,0	146,0	118,0
67,0	104,7	90,5	97,0	161,6	141,8

Les résultats de ces deux indicateurs peuvent présenter une base de données critique pour la planification urbaine et la catégorisation des routes ainsi qu'à mieux gérer l'émission sonore dans les zones résidentielles, notamment à Guelma.

B – Résultat de mois de Mars

Selon les figures 98 et 99, les résultats globaux des mesures du bruit le long de la route divisée en segments dans les 20 stations de 9h30 à 16h30 en mois de Mars ont révélé que le niveau $LA_{eq,10min}$ pendant le jour de weekend (Samedi le 12) variait entre 58,9 dB et 70,6 dB. Seulement au niveau des stations 1, 2, 3, 4, 5, 15, 16, 17 et 18 (soit 40%) des niveaux sonores élevés de 65 dB et 70 dB ont été enregistrés, tandis que le reste des stations, ont un niveau plus faible de $L_{eq,10min}$ a été capté, en raison du faible volume du trafic routier pendant les journées du week-end.

Cependant, durant le jour de semaine (mardi le 8) ont enregistré de très hauts niveaux sonores $L_{eq,10min}$ qui variaient entre 65,7 dB et 77,7 dB, ainsi que durant le deuxième jour de semaine de mesure (jeudi le 10) le niveau sonore $L_{eq,10min}$ variait entre 51,5 dB et 84,2 dB. Ces résultats étaient enregistrés sur presque toutes les stations de mesure au niveau des cinq segments routiers. Malgré le niveau résultant du $LA_{eq,10min}$ est élevé et il dépasse les seuils recommandés par la réglementation, il était observé que ces valeurs sont plus au moins réduites par rapport aux résultats enregistrés en mois de Février. Néanmoins, le bruit routier domine le paysage sonore.

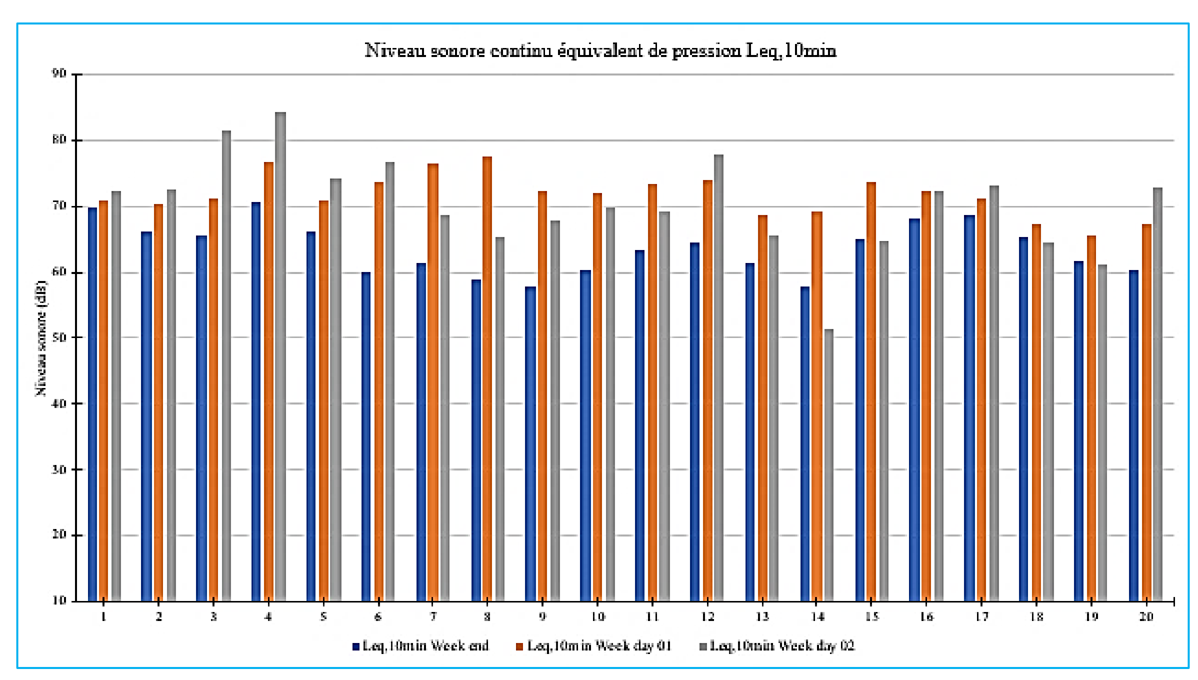


Figure 98 : Fluctuations de niveau sonore Leq,10min sur les 20 stations en mois de Mars. Source : Auteur, 2022

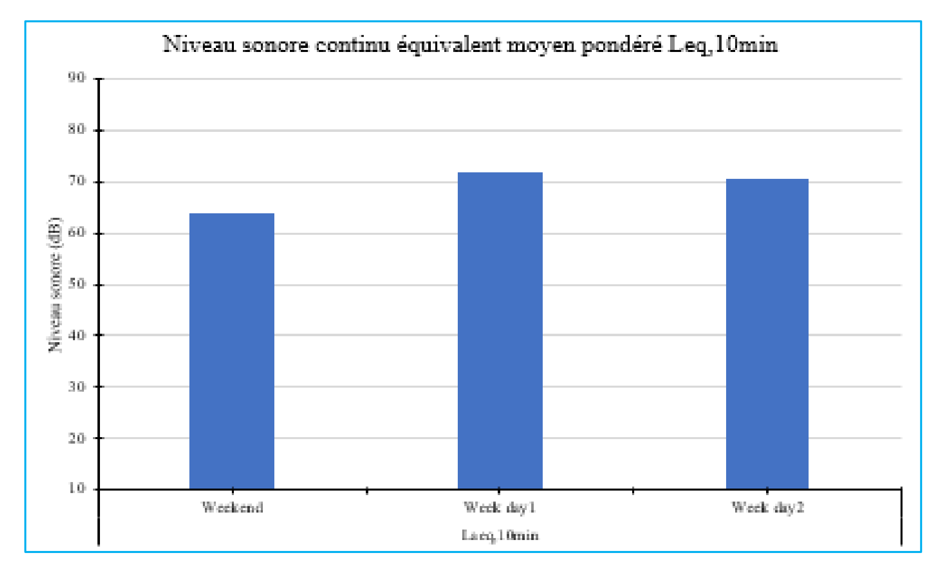


Figure 99 : Fluctuations de niveau sonore LAeq,10min moyen du mois de Mars. Source : Auteur, 2022

En outre, les mesurages en mois de Mars ont également visé les niveaux statistiques de L10 qui représente le niveau sonore dépassant 10% de temps de mesurage. D'après la figure 100, les niveaux sonores de L10 ont fluctués durant le jour de week-end entre 59,6 dB sur la station 9 et 76 dB sur la station 4, appartenant aux segments I et III, respectivement.

Par contre durant les jours de semaine (mardi le 8 et jeudi le 10), les niveaux de L10 ont varié entre 68,6 dB – 78,3 dB et 63,5 dB – 87,3 dB, respectivement, marquant par la suite une variation élevée et importante pendant 7h de mesurage sur les 20 stations choisis pour cette opération, en raison de la forte intensité sonore émise par le bruit du trafic routier, ce qui a impliqué par la suite l'enregistrement des niveaux sonores élevés, et le marquage d'un profile sonore rigoureux de la route investiguée.

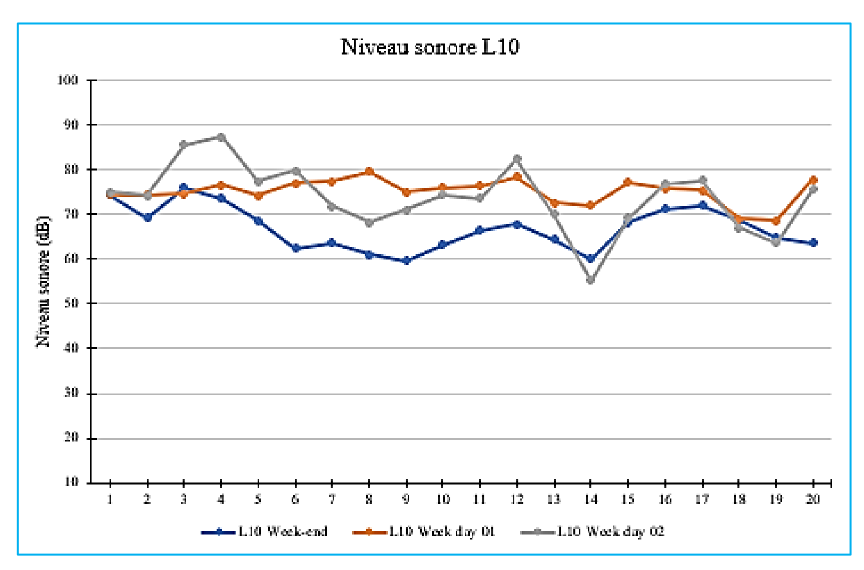


Figure 100 : Fluctuations de niveau sonore statistique L10 sur les 20 stations en mois de Mars. Source : Auteur, 2022

De plus, comme le montre la figure 101, la campagne de mesurage en mois de Mars a aussi pointé l'indicateur de niveau sonore maximal L_{max}, qui a été enregistré en jour de week-end avec des valeurs variées entre 64,6 dB (station 14 – segment IV) et 82,3 dB (station 3). En outre, des valeurs plus élevées ont été captés dans les deux autres jours de la semaine, qui ont pu atteindre jusqu'à 95,3 dB (station 4 – segment I), dû généralement au passage des véhicules de poids lourds comme les bus, le passage intense des motos, l'accélération injustifiée et le klaxon répété des chauffeurs des véhicules. Les nuisances sonores en jours de semaine étaient remarquablement élevées dû à la fréquence du passage des véhicules contrairement au jour de week end.

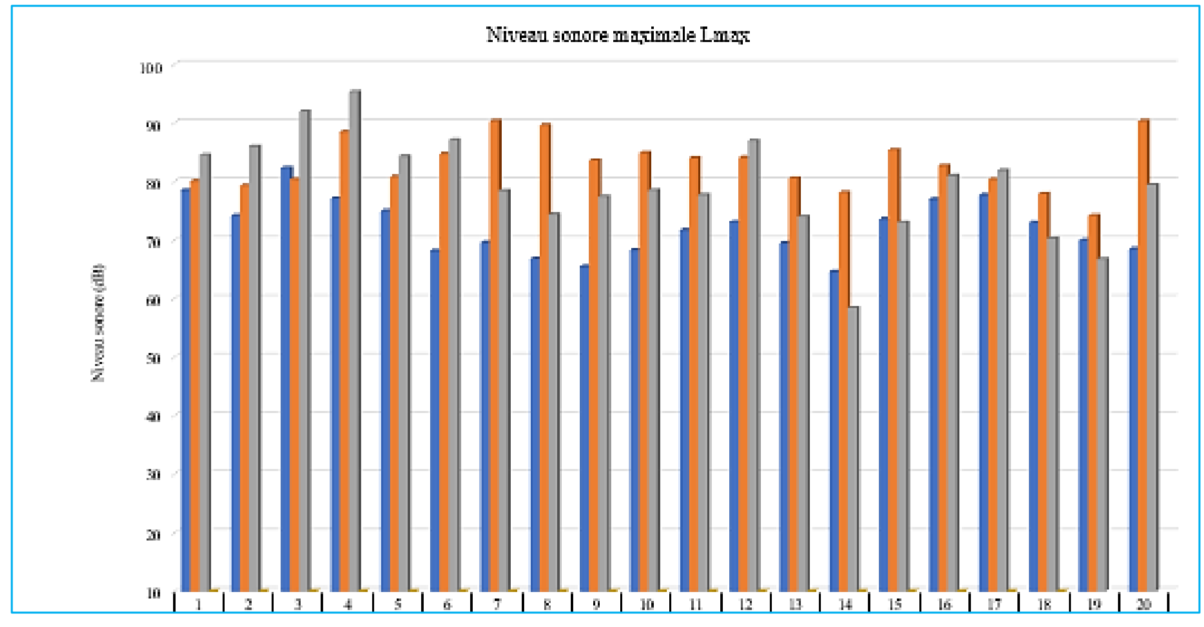


Figure 101 : Fluctuations de niveau sonore maximale Lmax sur les 20 stations en mois de Mars. Source : Auteur, 2022

Le tableau 7 ci-dessous, présente le résultat des valeurs des indicateurs de bruit de Noise Pollution Level (LNP) et le niveau de Traffic Noise Index (TNI) calculés selon les formules susmentionnées pour le mois de Mars.

Les valeurs de l'indice LNP le jour du week-end ont varié sur l'ensemble des 20 stations entre 63 dB et 88,8 dB (station 3 - segment I), mais ces valeurs ont augmenté les deux jours de semaine jusqu'à 103,7 dB rapportés sur les stations 3 et 4, montrant un niveau exceptionnel de pollution sonore dans ce quartier résidentiel. En revanche, pour l'indice TNI, ces valeurs étaient assez élevées sur toutes les stations tout au long des trois jours de mesure, atteignant une valeur maximale de 169,2 dB en particulier sur la station 3 (segment I), ce qui implique par la suite un très fort flux de trafic routier qui est la principale source de bruit dans les zones urbaines et qui se caractérise par des variations du volume du trafic au cours de la journée en raison des variations de ses caractéristiques (vitesse, l'accélération et la décélération, type d'énergie « moteur à Diesel »). Cela provoque une gêne et un sentiment d'inconfort sonore chez les habitants.

Tableau 7: Valeurs des indices de la pollution sonore (LNP et TNI) sur les 20 stations en mois de Mars. Source : Auteur, 2022

LNP			TNI		
Week-end	**Week day 01**	**Week day 02**	**Week-end**	**Week day 01**	**Week day 02**
82,6	87,8	87,8	120,8	134,4	13,4
77,4	89,3	89,3	111,1	139,1	139,2
88,8	103,4	103,4	137,8	169,2	169,2
76,7	103,7	103,7	95,4	162,3	162,3
72,4	83,5	83,5	91,1	111,5	111,5
65,7	86,4	86,3	82,8	115,3	115,3
67,1	77,5	77,4	84,5	103,5	103,5
64,3	73,5	73,5	81,0	98,2	98,2
63,0	76,5	76,5	79,4	102,2	102,2
67,3	82,6	82,6	89,2	120,8	120,8
70,8	81,8	81,7	93,7	119,6	119,6
72,3	91,9	91,9	95,6	134,3	134,3
68,5	77,7	77,7	90,8	113,7	113,7
65,0	61,0	61,0	86,6	89,4	89,4
72,8	76,7	76,6	96,3	112,3	112,3
76,1	85,4	85,4	100,7	124,9	124,9
77,0	86,3	86,3	101,8	126,2	126,3
76,7	70,1	70,1	111,2	87,3	87,3
69,0	66,1	66,6	91,4	82,9	82,9
67,6	79,4	79,4	89,5	98,8	98,8

C- Résultat de mois de Juin

Le niveau $LA_{eq,10min}$ pendant la journée du week-end (samedi 25) a varié entre 53,7 dB (station 13 - segment IV) et 70,4 dB, comme le montre la figure 102 à partir des résultats globaux des mesures de bruit le long de la route divisée en segments dans les 20 stations de 9h30 à 16h30 au mois de juin. Seules les stations 1, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 16, 17, 18 et 19 (soit 51%) ont enregistré des niveaux sonores élevés supérieurs à 65 dB, tandis que les autres stations ont enregistré des niveaux plus faibles (inférieurs à 65 dB) de $LA_{eq,10min}$.

Cette différence peut s'expliquer par le fait que les week-ends ont vu une baisse de la plupart des activités commerciales et de nombres des véhicules.

Un niveau sonore $LA_{eq,10min}$ très élevé de 78,3 dB (station 4 - segment I) a été enregistré le Week Day 01 (le mardi). Le Week Day 02 (le jeudi), le niveau sonore $LA_{eq,10min}$ a hautement varié de 66,8 dB (station 9 - segment III) à 89,7 dB (Station 7 - segment II). Presque toutes les stations de mesure le long des cinq segments routiers ont produit des valeurs supérieures au seuil admissible de 70 dB durant les deux jours de semaine.

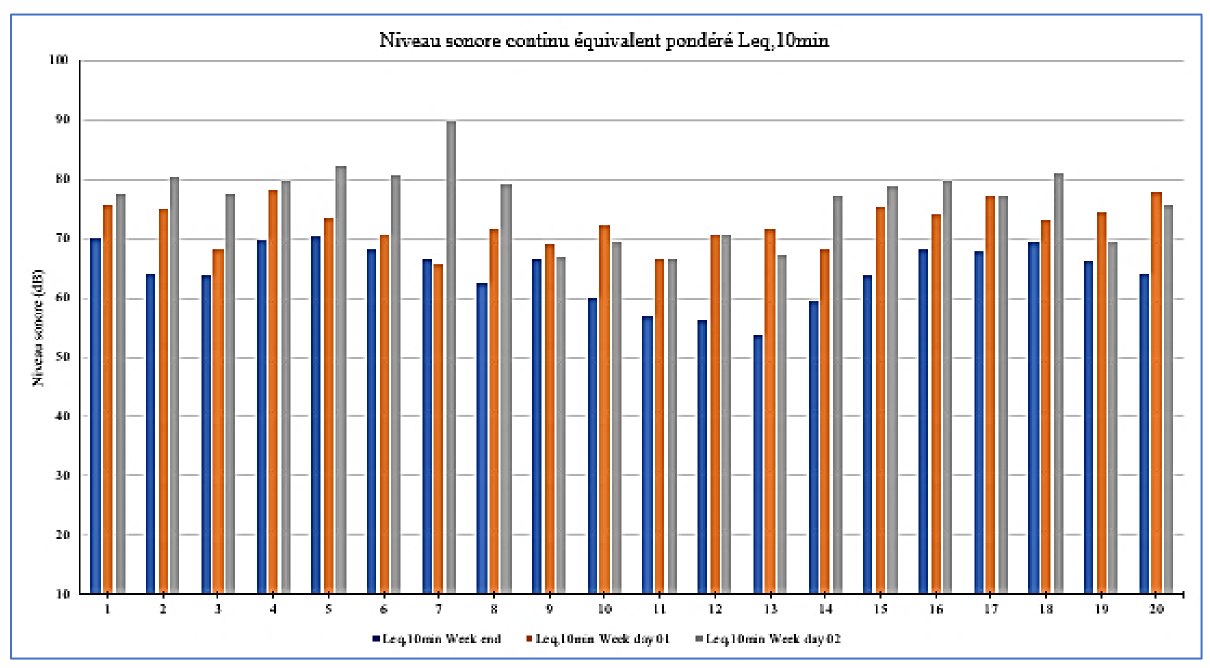


Figure 102 : Fluctuations de niveau sonore Leq,10min sur les 20 stations en mois de Juin. Source : Auteur, 2022

En fait, il était résumé en figure 103, que le niveau sonore $LA_{eq,10min}$ moyen, enregistré pendant les trois jours de mesurage en mois de juin est élevé par rapport les deux mois précédents par 1,6 dB et 1 dB, respectivement, au moment où le niveau $LA_{eq,10min}$ moyen en jour de week-end est 64,4 dB, et 70,6 dB et 76,5 dB aux deux jours de semaines.

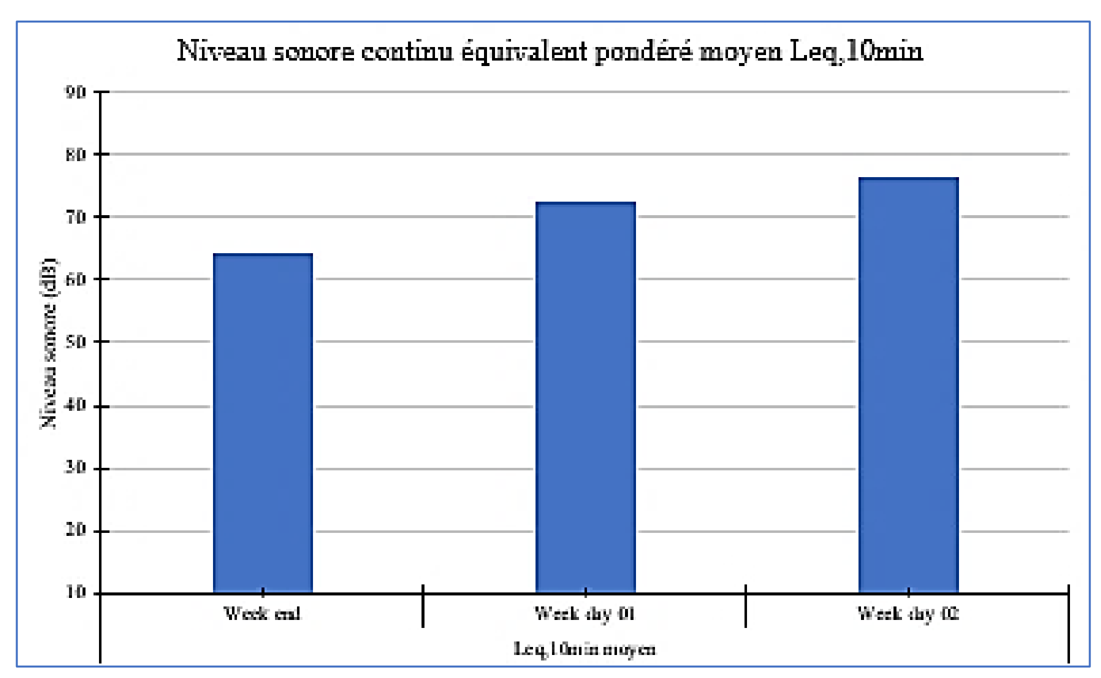


Figure 103 : Fluctuations de niveau sonore Leq,10min moyen en mois de Juin. Source : Auteur, 2022

Les mesures effectuées en juin se sont également concentrées sur le niveau statistique L10, ou le niveau sonore qui dépasse 10% de la durée de la mesure. La figure 104 montre que pendant la journée du week-end, les niveaux sonores L10 ont varié entre 55,7 dB (station 13 - segment IV) et 73,6 dB. (Station 1 - segment I).

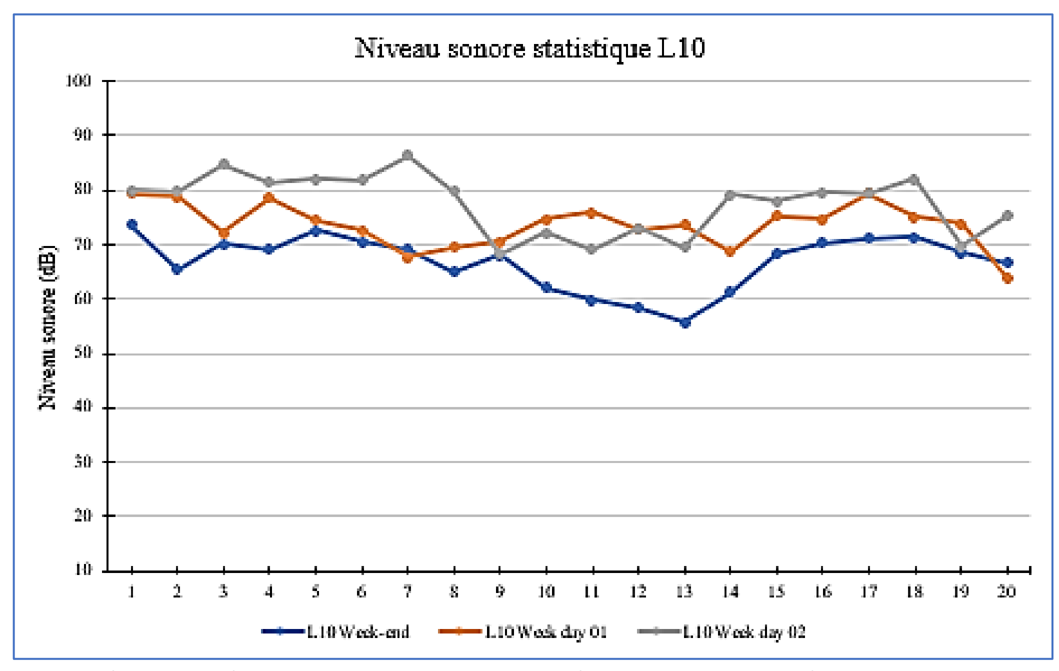


Figure 104 : Fluctuations de niveau sonore statistique L10 sur les 20 stations en mois de Juin. Source : Auteur, 2022

D'autre part, pendant les jours ouvrables (mardi 28 et jeudi 30), les niveaux L10 ont varié entre 63,8 dB (station 20 - segment V) et 79,4 dB (station 1 - segment I), et 68,3 dB (station 9 - segment III) et 86,3 dB (station 7 - segment II), respectivement, ce qui indique une variation élevée et significative pendant 7 heures de mesure sur les 20 stations sélectionnées pour cette opération, en raison du profil sonore rigoureux de la route étudiée et de l'intensité élevée du bruit de circulation.

De plus, comme le montre la figure 105, l'indicateur de niveau sonore maximal L_{max} a été aussi pointé par la campagne de mesurage en mois de Juin, et qui a été enregistré en jour de week-end avec des valeurs variées entre 64,6 dB (station 14 – segment IV) et 89,2 dB (station 5 – segment II). En outre, des valeurs plus élevées ont été captés dans les deux autres jours de la semaine, qui ont pu atteindre jusqu'à 102 dB (station 4 – segment I/ Week day 01) et 114 dB (station 7 – segment II/ Week day 02), dû généralement au passage des véhicules de poids lourds comme les bus, le passage intense des motos, l'accélération injustifiée et le klaxon répété des chauffeurs des véhicules.

Les nuisances sonores en jours de semaine étaient remarquablement élevées dû à la fréquence du passage des véhicules et es automobiles principalement à motorisation en Diesel, contrairement au jour de week end.

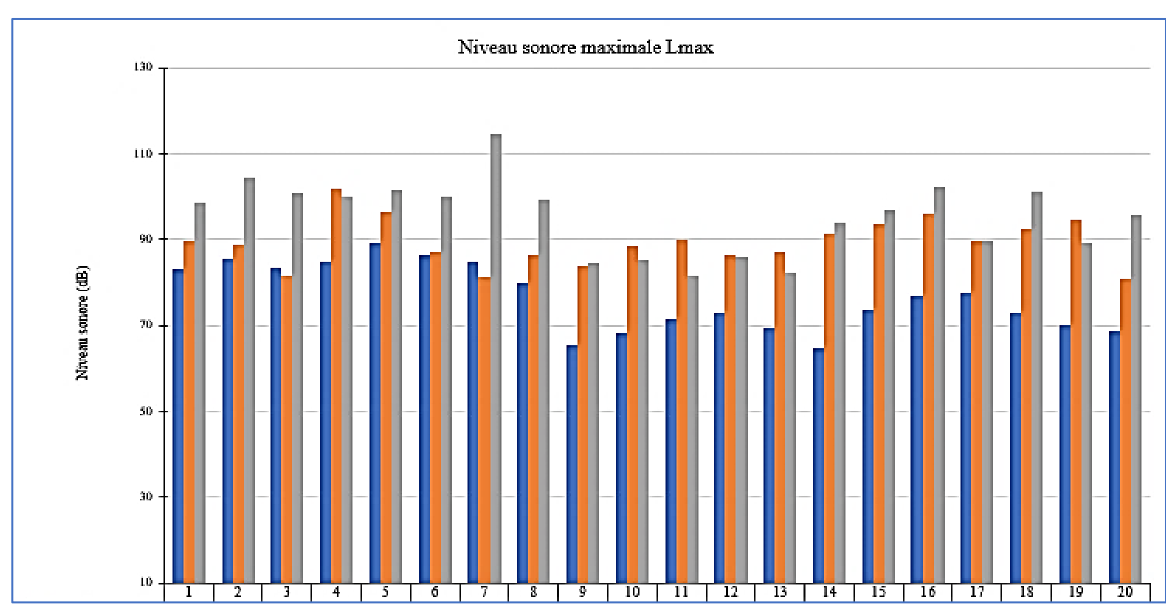


Figure 105 : Fluctuations de niveau sonore maximale Lmax sur les 20 stations en mois de Juin (Auteur, 2022)

Le tableau 8 suivant, présente le résultat des valeurs des indicateurs de bruit de Noise Pollution Level (LNP) et le niveau de Traffic Noise Index (TNI) calculés selon les formules susmentionnées pour le mois de Juin.

Les valeurs de l'indice LNP le jour du week-end ont varié sur l'ensemble des 20 stations entre 62,4 dB et 84,8 dB, mais ces valeurs ont augmenté les deux jours de semaine jusqu'à 119,7 dB rapporté sur la station 7 – segment II/ week day 02, montrant un niveau exceptionnel de pollution sonore dans ce quartier résidentiel.

En revanche, pour l'indice TNI, ces valeurs étaient assez élevées sur toutes les stations tout au long des trois jours de mesure, atteignant une valeur maximale de 209,9 dB en particulier sur la station 7 - segment II, ce qui implique par la suite un très fort flux de trafic routier sur ce segment.

Tableau 8: Valeurs des indices de la pollution sonore (LNP et TNI) sur les 20 stations en mois de Juin (Auteur, 2022)

LNP			TNI		
Week-end	**Week day 01**	**Week day 02**	**Week-end**	**Week day 01**	**Week day 02**
82,2	88,9	100,0	118,6	128,1	167,2
77,2	88,0	105,2	116,5	126,9	179,7
81,0	80,2	107,4	133,0	115,9	196,6
83,4	92,6	106,1	124,8	135,8	184,8
84,9	87,1	109,7	128,4	127,9	192,0
82,2	86,6	107,6	124,4	133,8	188,6
80,5	80,4	119,7	121,8	124,5	209,9
75,4	86,4	104,4	114,2	130,9	180,1
77,2	80,1	77,7	109,3	113,3	110,4
69,9	84,1	81,1	99,1	119,7	116,3
66,2	82,4	81,2	94,0	129,7	124,8
65,5	85,7	91,3	93,0	131,1	153,0
62,4	85,6	80,6	88,7	127,6	120,9
69,0	82,5	92,6	97,8	125,2	138,5
74,1	95,6	106,1	105,0	155,8	188,2
84,6	88,5	102,5	135,0	131,9	170,8

84,8	92,5	101,0	131,3	138,4	171,8
81,1	89,5	107,3	125,8	138,3	186,0
78,5	91,4	93,8	121,8	142,4	166,5
79,2	94,5	103,8	128,5	143,8	187,5

D – Résultat de mois de Juillet

Le niveau $LA_{eq,10min}$ pendant la journée du week-end (samedi le 16) a varié entre 57,9 dB (station 19 - segment V) et 73,7 dB, comme le montre la figure 106 à partir des résultats globaux des mesures de bruit le long de la route divisée en segments dans les 20 stations de 9h30 à 16h30 au mois de Juillet. Seules les stations 12, 19 et 20 (soit 15%) ont enregistré des niveaux sonores inférieurs à 65 dB, tandis que les autres stations ont enregistré des niveaux de $LA_{eq,10min}$ plus élevés (supérieurs à 65 dB).

Cette différence peut s'expliquer par le fait que les week-ends ont vu une augmentation de la plupart des activités commerciales et des véhicules durant la saison estivale.

Un niveau sonore $LA_{eq,10min}$ très élevé de 76,3 dB (station 7 - segment II) et 77,15 dB (station 18 - segment V) a été enregistré le mardi. Similairement au jeudi (le 21 juillet), le niveau sonore $LA_{q,10min}$ a varié de 66,6 dB (station 11 - segment III) à 89,6 dB (station 7 - segment II). Presque toutes les stations de mesure le long des cinq segments routiers ont produit des valeurs supérieures au seuil admissible de 70 dB, durant les deux jours de semaines.

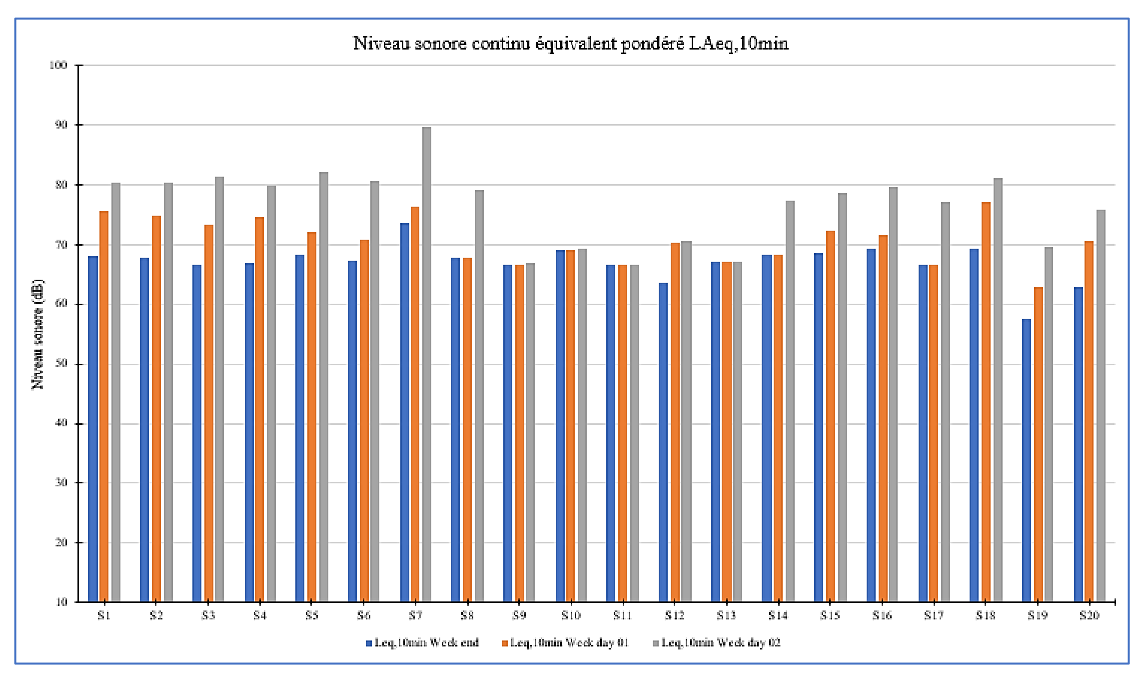


Figure 106 : Fluctuations de niveau sonore LAeq,10min sur les 20 stations en mois de Juillet. Source : Auteur, 2022

En résumé, il était évident que les résultats de niveau $LA_{eq,10min}$ enregistrés en mois de Juillet sont presque similaires à ceux de mois de Juin, durant les trois jours de mesurage. Nous pouvons justifier cette augmentation par rapport aux deux mois de Février et Mars par la différence des activités durant la saison hivernale et estivale, où cette dernière enregistre une circulation routière assez remarquable (figure 107).

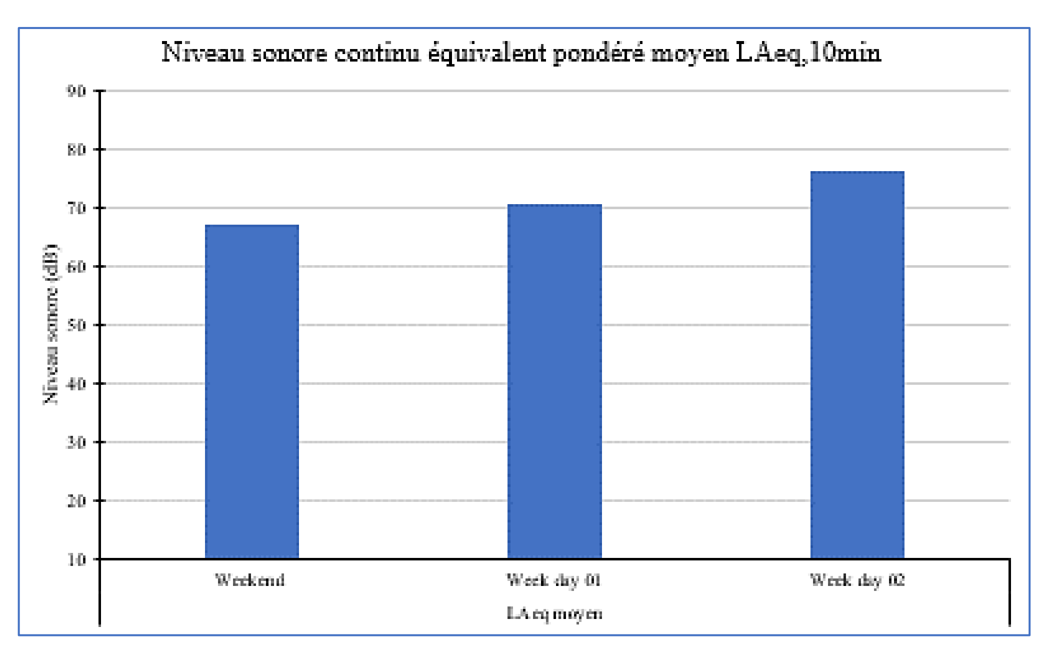


Figure 107 : Fluctuations de niveau sonore LAeq,10min moyen en mois de Juillet. Source : Auteur, 2022

Les mesures effectuées en Juillet se sont également concentrées sur le niveau statistique L10, ou le niveau sonore qui dépasse 10% de la durée de la mesure. La figure 108 montre que pendant la journée du week-end, les niveaux sonores L10 ont varié entre 59,7 dB (station 9 - segment III) et 73,1 dB. (Station 7 - segment II). D'autre part, pendant les jours ouvrables (mardi 19 et jeudi 21), les niveaux L10 ont varié entre 59 dB (station 19 - segment V) et 73,1 dB (station 7 - segment II), et 69,6 dB (station 19 - segment V) et 86,2 dB (station 7 - segment II), respectivement, ce qui indique une variation élevée et significative pendant 7 heures de mesure sur les 20 stations sélectionnées pour cette opération, en raison du profil sonore rigoureux de la route étudiée et de l'intensité élevée du bruit de circulation.

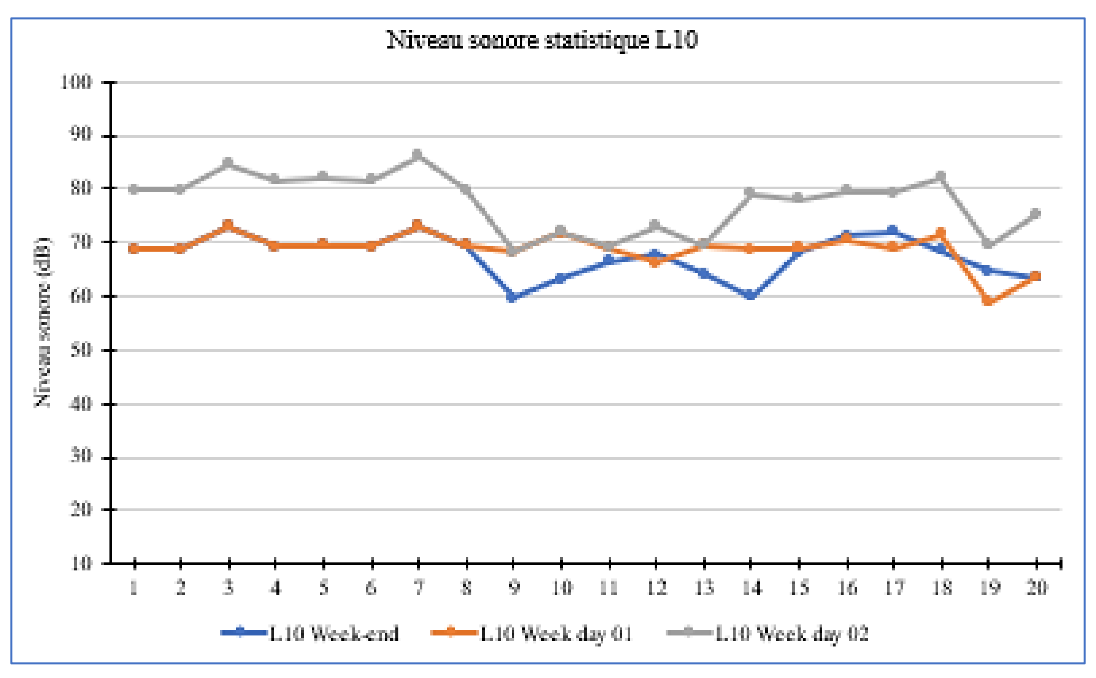


Figure 108 : Fluctuation de niveau sonore statistique L10 sur les 20 stations en mois de Juillet. Source : Auteur, 2022

De plus, comme le montre la figure 109, l'indicateur de niveau sonore maximal L_{max} a été aussi pointé par la campagne de mesurage en mois de Juillet, et qui a été enregistré en jour de week-end avec une valeur maximale de 90 dB (station 2 – segment I). En outre, des valeurs plus élevées ont été captés dans les deux autres jours de la semaine, qui ont pu atteindre jusqu'à 97,1 dB (station 7 – segment II) en mardi, et 114,5 dB (station 7 – segment II) au jeudi, dû généralement au passage des véhicules de poids lourds comme les bus, le passage intense des motos, l'accélération injustifiée et le klaxon répété des chauffeurs des véhicules. Les nuisances sonores en jours de semaine étaient remarquablement élevées dû à la fréquence du passage des véhicules contrairement au jour de week end.

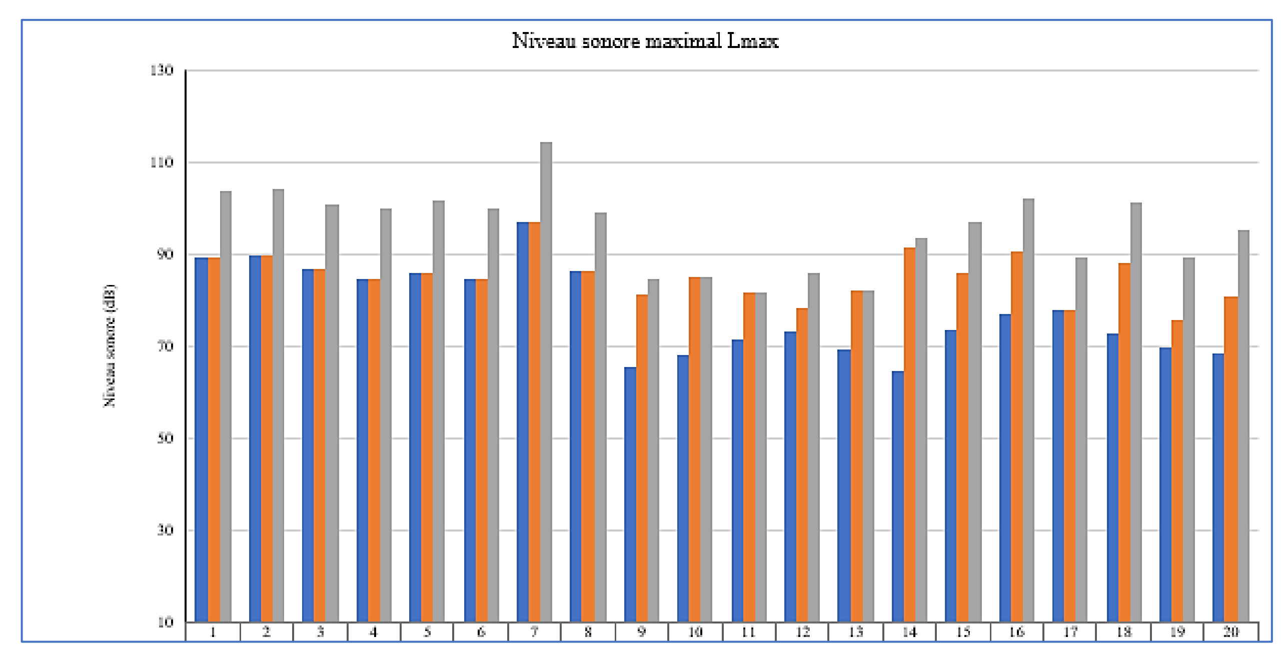


Figure 109 : Fluctuations de niveau sonore maximale Lmax sur les 20 stations en mois de Juillet. Source : Auteur, 2022

Le tableau 9 suivant, présente le résultat des valeurs des indicateurs de bruit de Noise Pollution Level (LNP) et le niveau de Traffic Noise Index (TNI) calculés selon les formules susmentionnées pour le mois de Juillet.

Tableau 9: Valeurs des indices de la pollution sonore (LNP et TNI) sur les 20 stations en mois de Juillet. Source : Auteur, 2022

LNP			TNI		
Week-end	**Week day 01**	**Week day 02**	**Week-end**	**Week day 01**	**Week day 02**
81,6	89,4	105,1	122,5	130,25	179
81,7	88,65	105,2	123,2	130,14	179,7
84,5	91,5	107,4	138,7	145,63	196,5
80,6	88,5	106,1	122,0	130	184,8
83,3	87	109,6	128,1	131,85	192
81,8	85,5	107,6	125,4	129	188,5
90,6	93,2	119,7	141,3	144	209,9
82,7	82,7	104,4	127,2	127,17	180,1
77,2	77,2	77,7	109,3	109,3	110,4
80,6	80,6	81,1	114,9	114,86	116,25
80,9	80,9	81,2	123,9	124	124,7
77,5	84,3	91,2	118,8	125,6	153
80,7	80,7	80,6	121,3	121,25	120,85

82,5	82,5	92,6	125,2	125,2	138,45
86,9	90,8	106	142,1	146	188,2
79,9	85,7	102,4	119,8	126,2	170,8
84,8	79,9	101	131,3	119,8	171,8
71,2	92,6	107,3	112,0	139,14	185,9
79,2	76,4	93,7	128,5	117,25	166,4
79,2	87,13	103,7	128,5	136,25	187,5

Les valeurs de l'indice LNP le jour du week-end ont varié sur l'ensemble des 20 stations entre 71,2 dB et 90,6 dB, mais ces valeurs ont augmenté les deux jours de semaine jusqu'à 93,2 dB et 119,7 dB rapporté sur la station 7 – segment II, montrant un niveau exceptionnel de pollution sonore dans ce quartier résidentiel.

En revanche, pour l'indice TNI, ces valeurs étaient assez élevées sur toutes les stations tout au long des trois jours de mesure, atteignant une valeur maximale de 209,9 dB en particulier sur la station 7 - segment II, ce qui implique par la suite un très fort flux de trafic routier sur ce segment.

En résumé, les résultats globales sur la pollution sonore des routes principales de la cité de Champs de Manœuvre dans la ville de Guelma montrent que les niveaux de pression acoustique (LAeq) aux différentes stations d'échantillonnage étaient très variables et significatifs, et qu'ils étaient le résultat de diverses activités anthropiques dans cette zone. Il est communément admis que l'exposition au bruit au-dessus d'un certain niveau peut avoir un impact négatif sur la santé d'une personne en fonction de sa sensibilité, de la fréquence et de l'intensité de l'exposition.

De même, des résultats pareils dans la ville d'Oran (HAMOU et al., 2014) ainsi qu'à la ville de Biskra (Bouzir et al., 2017), des niveaux sonores élevés dépassant les seuils admis dans la réglementation acoustique nationale fixés à 70 et 76 dB, et dans les normes internationales et par l'organisation de l'OMS à 55 dB pour un bruit extérieur au voisinage des zones à usage d'habitation, ont été enregistrés.

Un bruit de 65 dBA génère une tension profonde, tandis qu'un bruit de 55 dBA procure un stress léger, une excitation, une dépendance et un inconfort. On s'attend à ce que l'organisme libère de la morphine biologique dans le corps à un niveau sonore de 80 dBA, produisant une sensation de plaisir qui pourrait éventuellement se transformer en dépendance (Hunashal & Patil, 2012).

1.2.2. Etablissement d'une carte stratégique de bruit

Conformément à la directive européenne END 2022/49/CE (MURPHY & KING, 2014), la création d'une représentation cartographique en 2D de type A, sous forme de deux modèles : en étiquettes (figure 110) avec l'indication des valeurs du niveau sonore continu équivalent pondéré LAeq calculé à chaque station de mesurage, et en courbes isophones colorées, où l'intérêt général est de présenter globalement et visuellement les données acoustiques avec leurs géolocalisations, en identifiant les zones noires à traiter, qui permet par la suite de constituer une politique pour la lutte contre les émissions sonores et la réduction du bruit à sa source, ainsi que d'informer la population de l'exposition au bruit.

Ce type de carte qui se base sur une situation de référence, les données acoustiques et la date de mesurage, relie entre les niveaux sonores perçus, la source sonore potentielle et l'infrastructure étudiée (CERTU, 2003, p 16). La carte de bruit peut donc se voir comme un outil préventif de lutte contre le bruit à travers de mesures urbanistiques.

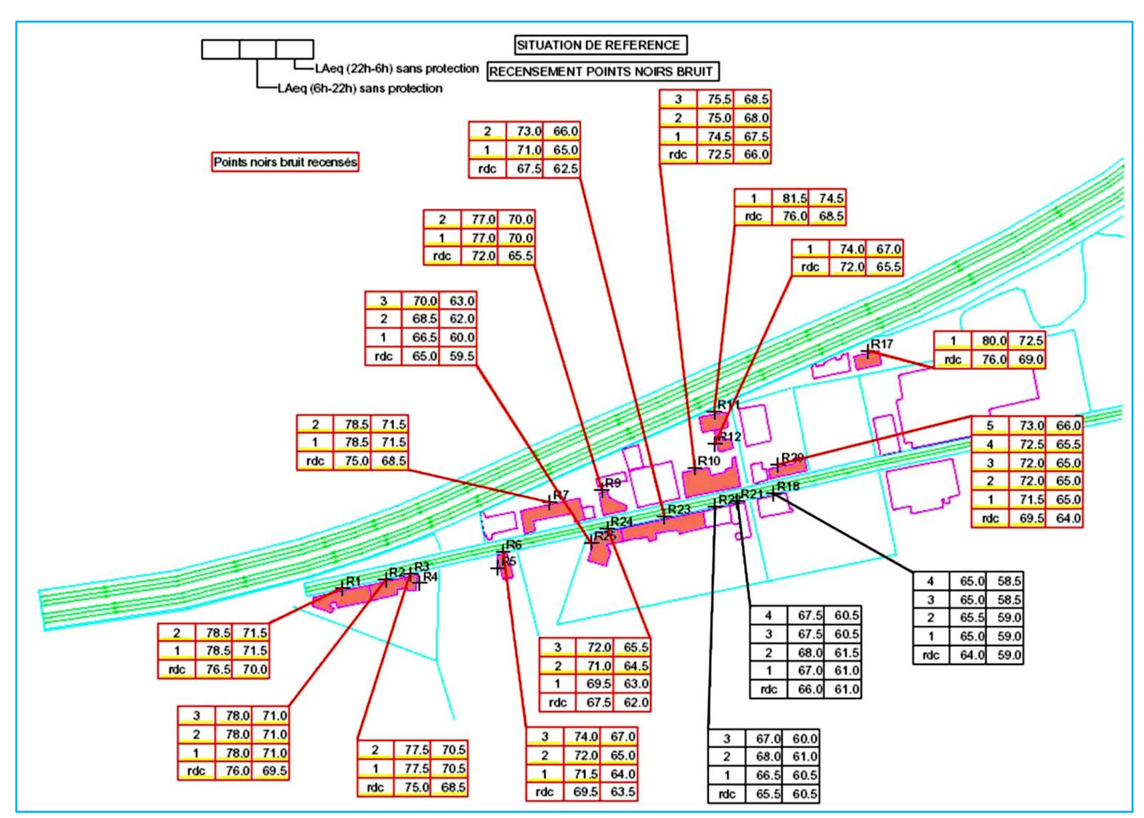


Figure 110 : Exemple d'une carte stratégique de bruit en étiquettes chiffrées. Source : Certu, 2003

En premier lieu, nous avons pu créer pour chaque période de mesurage, une carte de bruit stratégique spécifique à la cité résidentielle Champs de Manœuvre à Guelma, en utilisant les résultats du niveau sonore continu équivalent pondéré $LA_{eq,10min}$, enregistré sur les 20 stations de mesurage, suivant le protocole prédéfini.

La figure 111 suivante présente une carte de bruit en étiquettes, qui correspond à la situation de référence du résultat de mesurage du bruit routier en période hivernale (Février et Mars 2022).

D'après cette carte stratégique du bruit, des stations de mesurage sont détectées d'avoir de hauts niveaux sonores dépassant le seuil de 70 dB admis dans la réglementation Algérienne, particulièrement dans les jours de semaine mardi et jeudi, à cause de la fréquence de la mobilité urbaine des citoyens véhiculés.

En mois de Février, les zones présentant des niveaux de bruit élevés le matin ont été observées notamment dans la partie nord-est de la cité de Champs de Manœuvre, suivant les deux segments routier I et II, avec une moyenne d'un niveau sonore équivalent continu LAeq de 70,6 dB et 70,7 dB, respectivement. Le segment III a enregistré une moyenne du niveau LAeq de 69,7 dB. Tandis que des niveaux de LAeq de 73 dB et 70 dB ont été enregistrés sur les segments IV et V, respectivement.

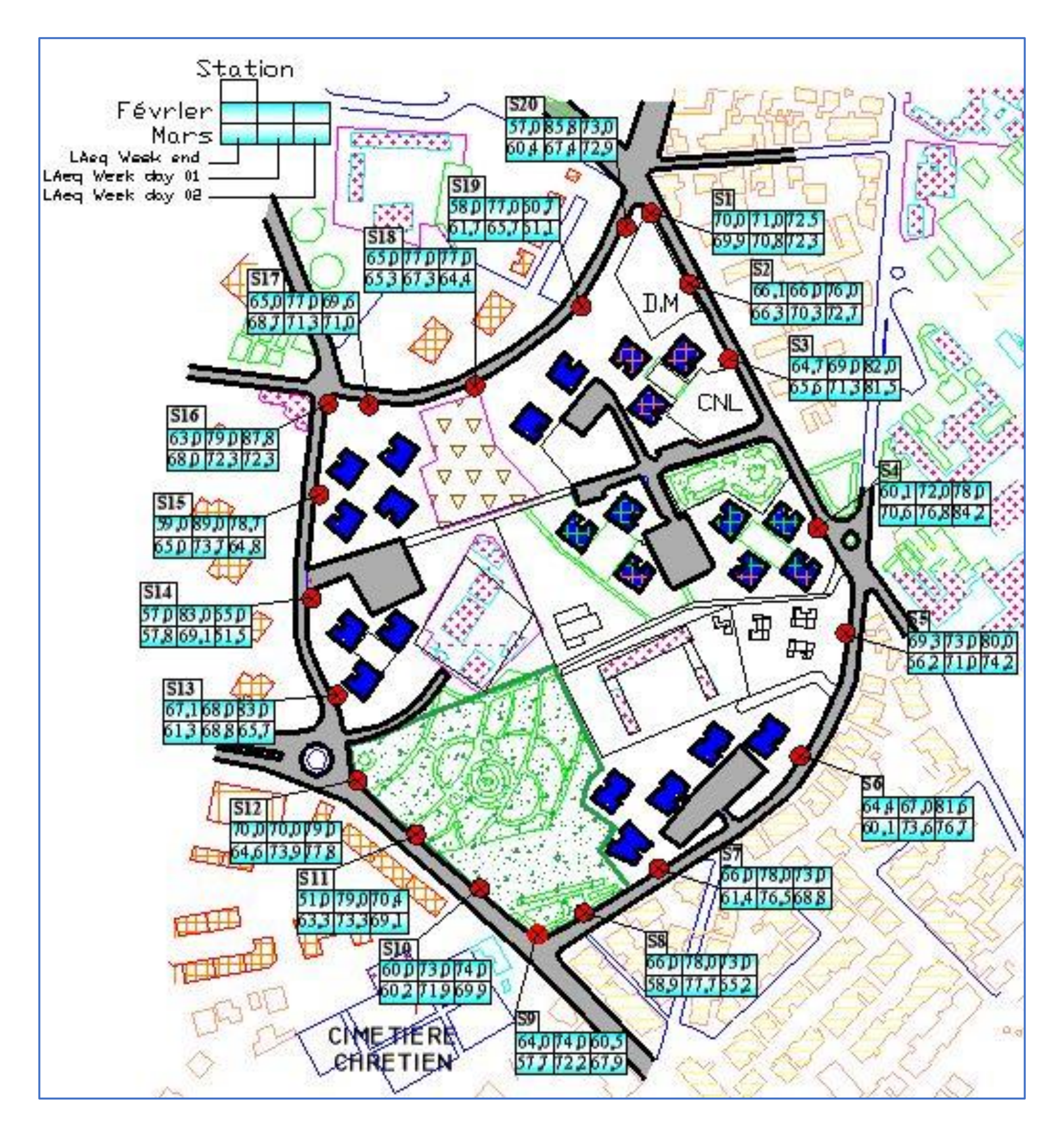


Figure 111 : Situation de référence de carte du bruit étiquette en période hivernale. Source : Auteur, 2022

De plus, en mois de Mars, d'environ > 60% des stations de mesurage ont capté des niveaux sonores de LAeq en infraction avec la réglementation en vigueur, surtout le segment I, avec une moyenne du niveau sonore LAeq de 72,7 dB.

La figure 112 ci-après, présente une carte de bruit en étiquette, qui correspond à la situation de référence du résultat de mesurage du bruit routier en période estivale (Juin et Juillet 2022).

En raison des déplacements urbains élevés des résidents avec leurs voitures, ainsi que le passage des véhicules de transport commun, plusieurs stations de mesure présentent des niveaux de bruit excessifs qui dépassent le seuil de 70 dB autorisé par la réglementation algérienne, notamment dans les jours ouvrables.

Le coin nord et nord-est de la cité du Champs de Manoeuvre, qui se trouve à côté des segments de route V, I et II, présentait les niveaux de bruit matinaux les plus élevés pour le mois de Juin (qui pourraient atteindre jusqu'à 89,7 dB), avec des niveaux sonores équivalents continus moyens LAeq de 73 dB, respectivement. La moyenne du niveau LAeq du segment III et IV était de 66,0 dB et 69.8 dB.

Pour le mois de Juillet, d'environ 75% des stations de mesurage ont capté des niveaux sonores de LAeq en infraction avec la réglementation en vigueur, surtout le segment I et II avec une moyenne du niveau sonore LAeq de 74,5 dB.

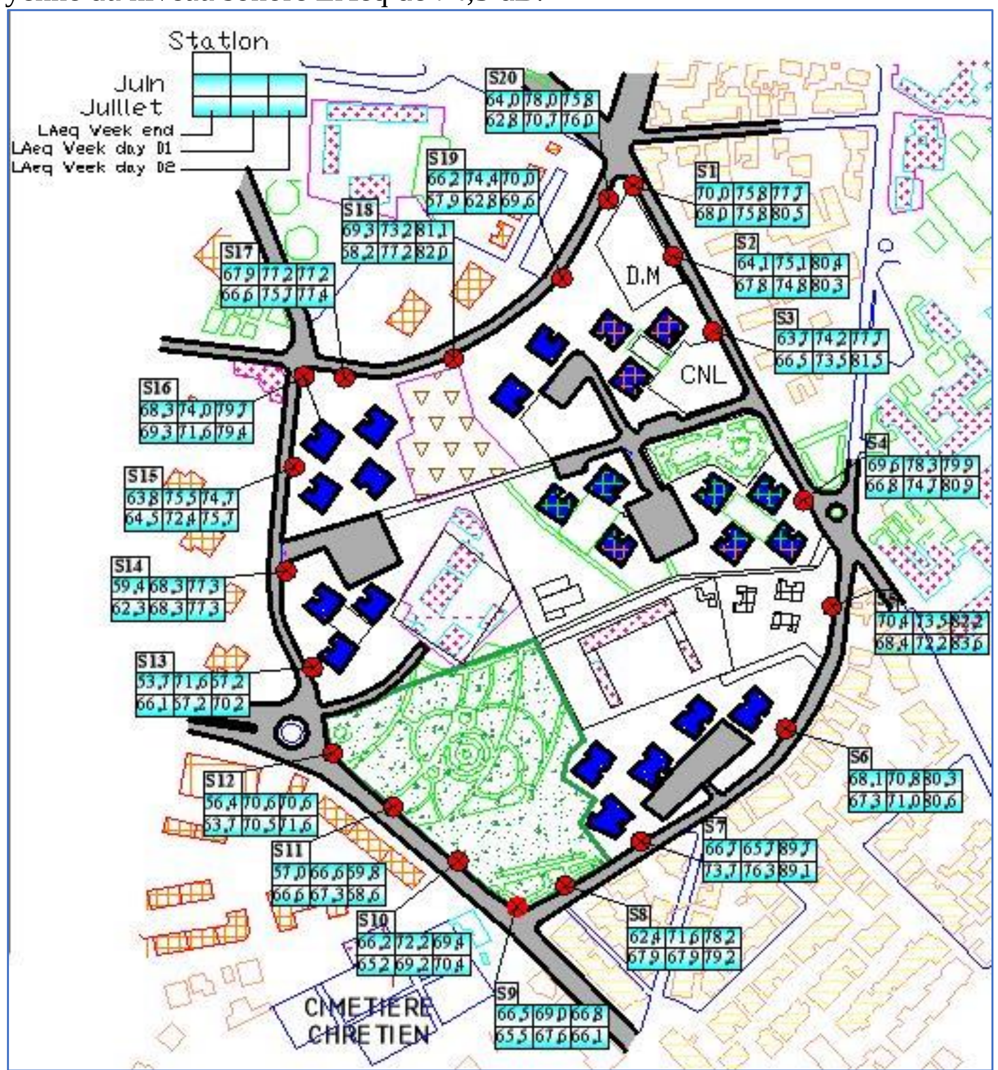


Figure 112 : Situation de référence de carte du bruit étiquette en période estivale. Source : Auteur, 2022

Une étude sur la cartographie du bruit environnemental à Taiwan (Tsai et al., 2009), où les auteurs ont établis leurs campagne de mesurage en hiver ainsi qu'en été, sur 345 stations suivant trois périodes de la journée (matin, soir et nuit). L'analyse des résultats de cette étude sur l'exposition au bruit a révélé que plus de 90 % de la population de la ville de Tainan est soumise à un bruit excessif, comme l'a déterminé le ministère américain du logement et du développement urbain. Les résultats de cette étude démontrent que les cartes de bruit pourraient être utiles pour analyser le bruit en milieu urbain.

Dans le cas de la cité CDM, ces cartes de bruit fondées sur des campagnes de mesurage périodique, fournissent des informations utiles aux décideurs qui évaluent les mesures d'atténuation du bruit à la source, à travers les mesures préventives ou répressives.

En deuxième lieu, nous avons pu aussi développer ce type de carte vers un autre type plus illustratif, en engageant une échelle de couleur (tableau 10), définie par la norme NF S31-130 et conforme à l'arrêté ministériel français du 4 avril 2006, relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement.

Tableau 10: Echelle de couleur de cartographie. Source : Acouphen, 2009

Niveaux sonores (dB)	**Couleur**
Inférieurs à 50	Blanc
50 – 55	Vert
55 – 60	Jaune
60 – 65	Orange
65 – 70	Rouge
70 – 75	Violet lavande
Supérieurs à 75	Violet

La production de tell carte était par l'utilisation du logiciel SoundPlan (Sun et al., 2016) ; (Butorina et al., 2019) ; (Seong et al., 2011), à travers les données géoréférencées tirés de la plateforme OpenStreet Map[5] (données d'élévation, empreintes et hauteurs des bâtiments), les données relatives au trafic routier, et le calcul du modèle DGM (Digital Ground Model), et les niveaux du bruit enregistrés suivant les tranches horaires (figure 113 et 114).

Similairement à l'étude menée par (Alam et al., 2021), nous avons noté d'après la cartographie obtenue dans les figures 116.a et 116.b, correspondant aux courbes isophones de mesure en période hivernale et estivale, respectivement, que le bruit routier domine grandement le paysage sonore au voisinage de la cité résidentielle CDM, notamment en période de l'été où le bruit a pu dépasser 75 dB. De plus, nous pouvons remarquer également que les nœuds (ronds-points) présentent les principales sources du bruit émis par les moyens de transport.

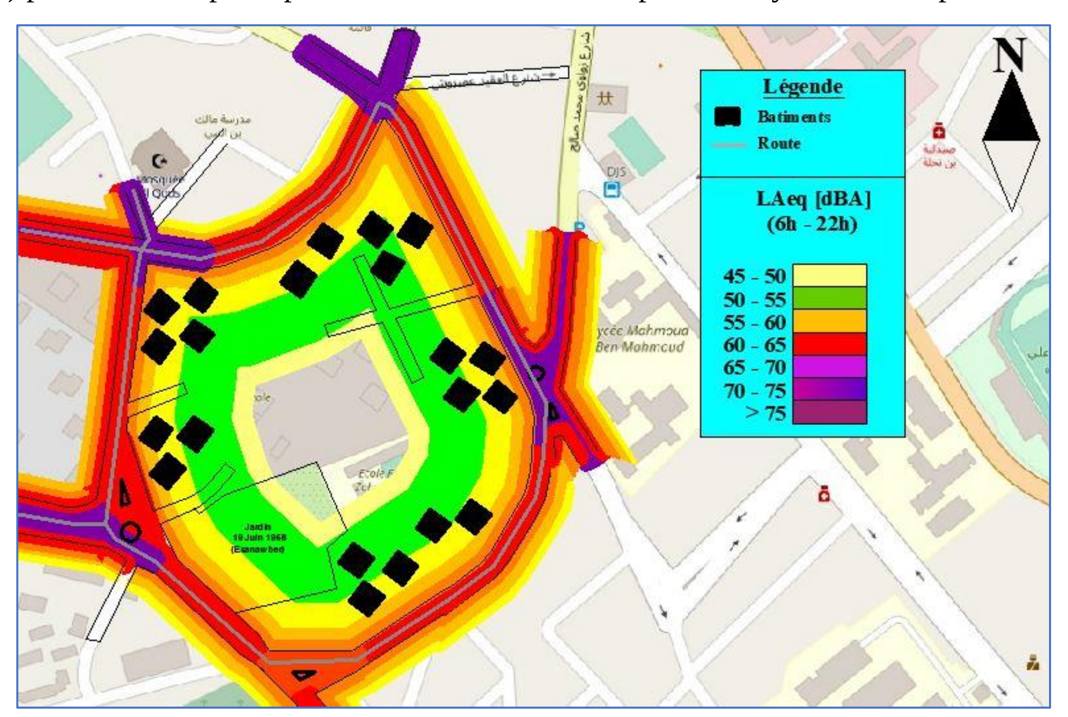


Figure 113 : Carte du bruit en courbes isophones pour la cité CDM en période hivernale. Source : Auteur, 2022

[5] https://www.openstreetmap.org/#map=16/36.4581/7.4315

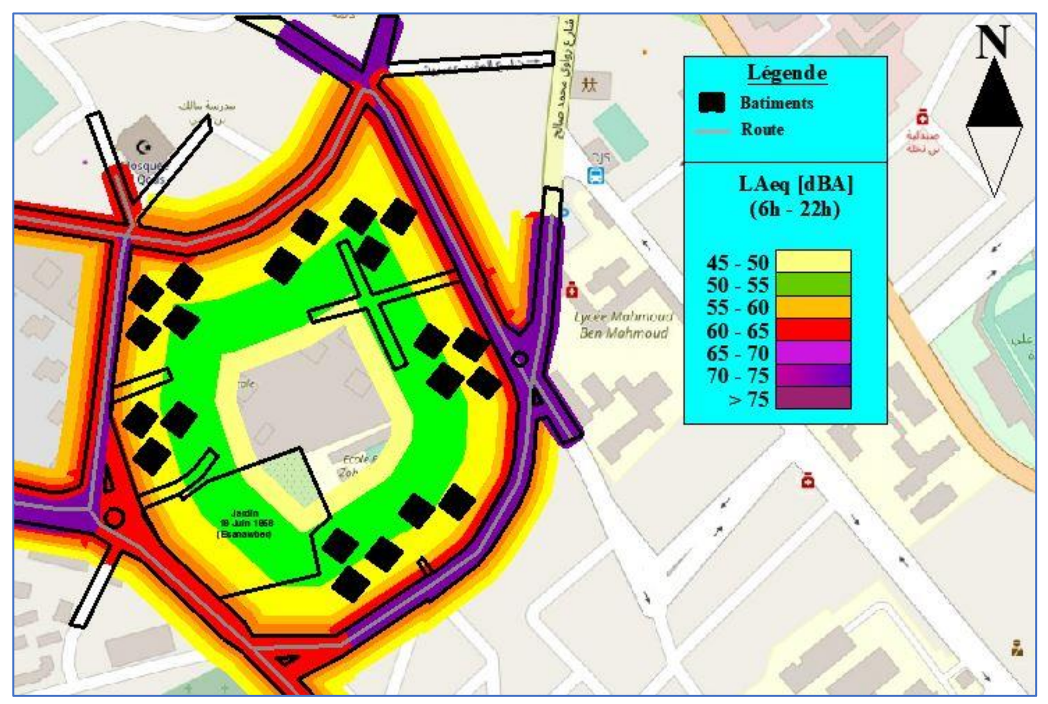


Figure 114 : Carte du bruit en courbes isophones pour la cité CDM en période estivale. Source : Auteur, 2022

1.2.3. Mesurage à l'intérieur

En se basant sur les résultats de mesurage extérieur à la source, qui est bien évidement l'infrastructure routière, dotée par le passage intense des véhicules automobiles de tout type (motos, automobile touristique, mini bus, camion), la testabilité des niveaux sonores pour la phase suivante consiste à conduire une campagne de mesurage dans l'environnement intérieur des logements, particulièrement dans ceux qui sont jugés comme les plus exposés au bruit enregistré au préalable, dans le but est de voir les variations des fluctuations sonores intérieures du bruit venus de l'extérieur à travers la façade du bâtiment et de mettre au claire les performances acoustiques des éléments de la façade.

Similairement à (S.-W. Lee et al., 2008), les niveaux des nuisances sonores peuvent être prédit par la théorie de la distance entre la source et le récepteur : plus nous nous éloignons, moins nous recevons de bruit (figure 115), cependant cette théorie ne reflète pas en détail les caractéristiques acoustiques dans l'environnement immédiat comme l'absorption, la topographie et les réflexion des ondes sonores, mais elle constitue un fondement d'évaluation de l'impact de bruit, de déterminer les zones endommagées où le seuil de bruit est dépassé.

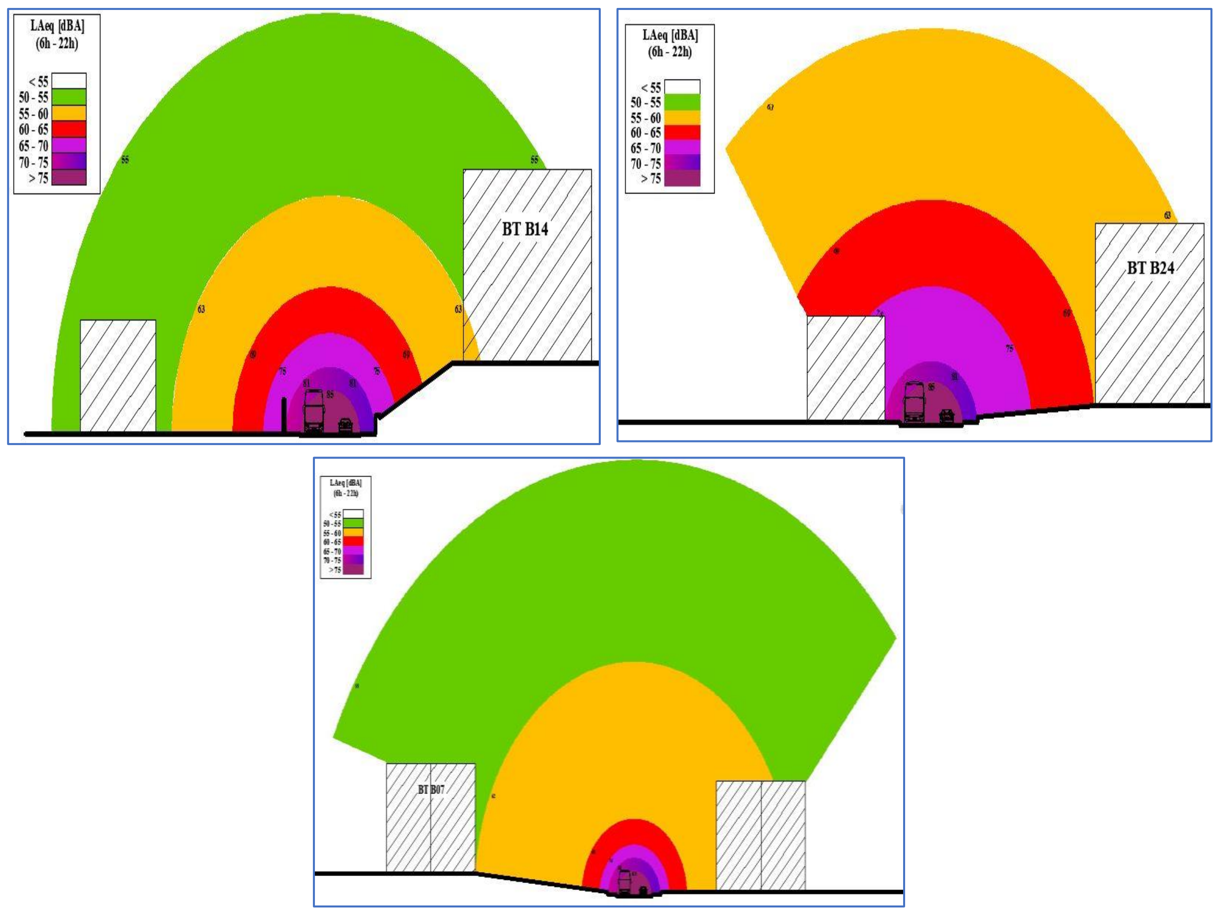


Figure 115 : Effet de l'éloignement de la source par des contours des niveaux sonores en segment I, II et IV, respectivement. Source : Auteur, 2022

A- Résultats de mesurage intérieur « logement 01 »

La campagne de mesurage intérieur a donné les résultats suivantes, propres au bruit perçu pendant 5 à 10min à l'intérieur du logement 01 situé au bâtiment de bloc 14 face au bruit routier émis depuis le passage des véhicules sur le segment I.

En mois de Juillet 2022, en Week day 02, d'après la figure 116, le niveau LAeq sur la station 3 a donné **81,5 dB**, avec un niveau maximal Lmax atteignant 100 dB et un niveau minimal Lmin de 55 dB.

Au niveau de la chambre étudiée, située au niveau de la façade la plus exposée au bruit, les résultats suivantes sont obtenus :

- Lorsque la fenêtre est ouverte, l'occupant reçoit un niveau de pression sonore Lp variant entre 45 dB et 83 dB, avec un niveau LAeq de **62,5 dB**. Cette réduction aux niveaux sonores est justifiée par le fait de la distance entre la source et le récepteur (14m). En revanche, un niveau sonore pareil reçu à l'intérieur du logement peut créer une gêne auditive sous forme d'irritation, stress et perturbation du sommeil.
- Avec la fermeture de la fenêtre, soit à 50% (vitrage fermé, persienne ouverte), l'occupant reçoit un niveau de pression acoustique Lp qui varie entre 53 dB et 68,4 dB, avec un niveau LAeq faisant **50,8 dB**. Une atténuation de -12 dB s'est produite par le simple vitrage de 2mm d'épaisseur de la fenêtre étudiée, face à un bruit routier à des niveaux sonores élevés.

- Avec la fermeture totale de la fenêtre, soit à 100% (vitrage fermé, persienne Aluminium fermée), une faible réduction était observée, où l'habitant reçoit un niveau de pression sonore Lp qui fluctuait entre 40 dB et 65 dB, avec un niveau LAeq faisant **46,4 dB**.

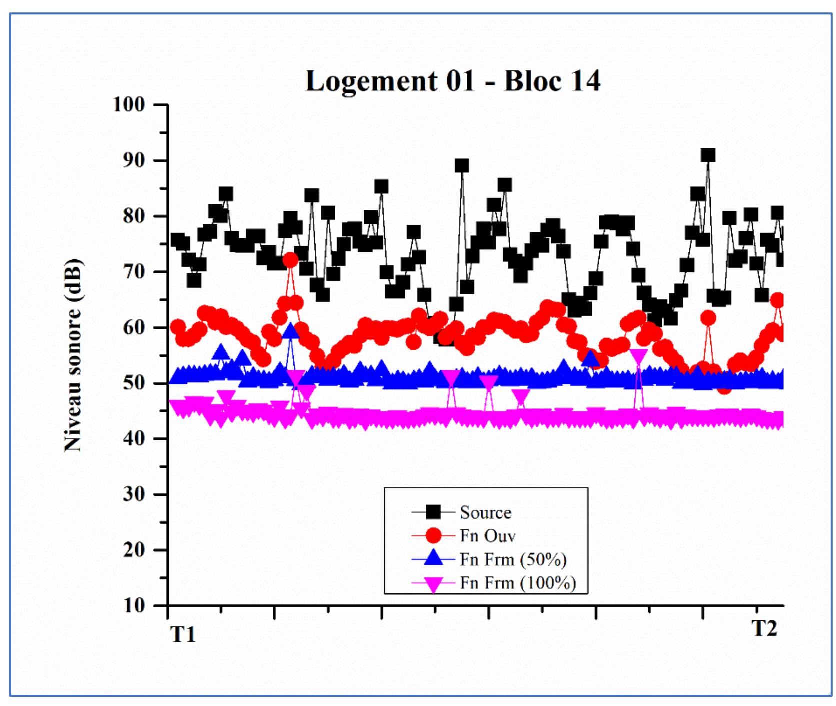


Figure 116 : Spectres sonores des niveaux de pression acoustique (Lp) du logement 01. Source : Auteur, 2022

Les résultats obtenus lorsque la fenêtre était complètement fermée ne peuvent pas satisfaire les exigences des seuils recommandés par la réglementation acoustique Algérienne, qui stipulent dans son article 69, qui correspond au journal officiel n°06 du 27 janvier 2013, que les niveaux sonores perçus dans les pièces habitables ne doivent pas dépasser 38 dB face à un bruit d'émission de 86 dB au voisinage des bâtiments à usage d'habitation. Ce qui présente par conséquent, une certaine insuffisance du confort acoustique dans cette pièce qui subit du bruit routier.

B- Résultats de mesurage intérieur « logement 02 »

La campagne de mesurage intérieur a donné les résultats suivantes, propres au bruit perçu pendant 10min à l'intérieur du logement 02 situé au bâtiment bloc 24 face au bruit routier émis depuis le passage des véhicules sur le segment II.

En mois de Juillet 2022, en Week day 02, d'après la figure 117 le niveau LAeq sur la station 6 a donné **80,3 dB**, avec un niveau maximal Lmax plus de 90 dB et un niveau minimal Lmin de 56 dB.

Au niveau de la chambre étudiée, située au niveau de la façade la plus exposée au bruit, les résultats suivantes sont obtenus :

- Lorsque la fenêtre est ouverte, l'occupant reçoit un niveau de pression sonore Lp variant entre 48 dB et 88 dB, avec un niveau LAeq de **63,7 dB**. Cette réduction aux niveaux sonores est justifiée par le fait de la distance entre la source et le récepteur (16m). Cependant, au-delà d'un tel niveau sonore reçu à l'intérieur du logement peut créer une gêne auditive sous forme d'irritation, stress et perturbation du sommeil.

- Avec la fermeture de la fenêtre, soit à 50% (vitrage fermé, persienne ouverte), l'occupant reçoit un niveau de pression acoustique Lp qui varie entre 49,5 dB et 63,9 dB, avec un niveau LAeq faisant **51,3 dB**. Cette atténuation modeste c'était à cause de la faible isolation acoustique de type du vitrage (2mm) de la fenêtre, ainsi qu'à la mauvaise étanchéité à l'air de la menuiserie. De plus, le bruit se transmis d'une façon parasite suite à un vide sur le mur causé par l'installation du système de climatisation.
- Avec la fermeture totale de la fenêtre, soit à 100% (vitrage fermé, persienne fermée), une faible réduction était observée, où l'habitant reçoit un niveau de pression sonore Lp qui fluctuait entre 40 dB et 50 dB, avec un niveau LAeq faisant **48,9 dB**, avec des pics sonores atteignant 66 dB suite à des bruits impulsifs relatifs à un bruit d'impact (chute d'objets chez les voisins), cris des enfants ou klaxons soudain. Nous pouvons justifier ce phénomène par l'effet de masque où l'émergence du bruit intérieur qui a été masqué au préalable par le bruit produit à l'extérieur, devient plus perceptible et audible qu'avant.

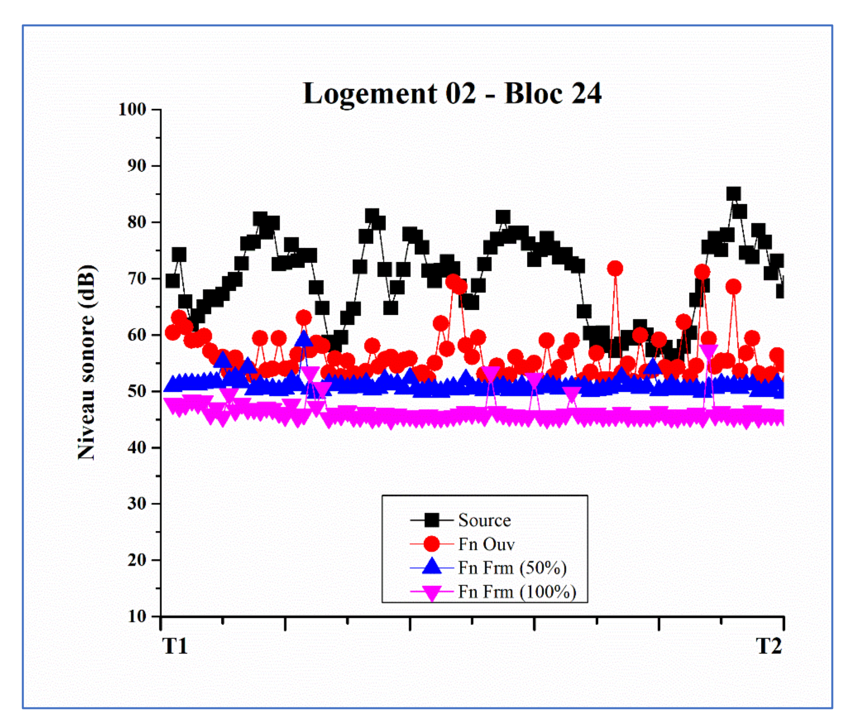


Figure 117 : Spectres sonores des niveaux de pression acoustique (Lp) du logement 02. Source : Auteur, 2022

Malgré que la fenêtre fût entièrement fermée, les fluctuations des niveaux sonores perçus dans le logement 02, situé au bâtiment bloc 24 qui donne sur le segment II, étaient supérieures au niveau sonore exigé par la réglementation acoustique Algérienne fixé à 38 dB dans les locaux à usage d'habitation face à un bruit extérieur émis à 86 dB.

Ce que fait par la suite qu'il existe un manque du confort sonore causé par les performances acoustiques faible des composants de la fenêtre installée dans cette chambre.

C- Résultats de mesurage intérieur « logement 03 »

La campagne de mesurage intérieur a donné les résultats suivantes, propres au bruit perçu pendant 5 à 10min à l'intérieur du logement 03 situé au bâtiment de bloc 07 face au bruit routier émis depuis le passage des véhicules sur le segment routier IV.

En mois de Juillet 2022, en Week day 02, d'après la figure 118 le niveau LAeq sur la station 16 a donné **79,6 dB**, avec un niveau maximal Lmax supérieur à 90 dB et un niveau minimal Lmin de 55,4 dB.

Au niveau de la chambre étudiée, située au niveau de la façade la plus exposée au bruit, les résultats suivantes sont obtenus :

- Lorsque la fenêtre est ouverte, l'occupant reçoit un niveau de pression sonore Lp variant entre 45 dB et 68,5 dB, avec un niveau LAeq de **54,5 dB**. Cette réduction aux niveaux sonores est justifiée par le fait de la distance entre la source et le récepteur (32m). Cependant, un tel niveau sonore reçu à l'intérieur du logement peut créer une gêne auditive sous forme d'insatisfaction.
- Avec la fermeture de la fenêtre, soit à 50% (vitrage fermé, persienne ouverte), l'occupant reçoit un niveau de pression acoustique Lp qui varie entre 48,8 dB et 63,1 dB, avec un niveau LAeq faisant **50,3 dB**. Cette atténuation est survenue à cause de la faible isolation acoustique de type du vitrage (2mm) de la fenêtre ainsi qu'à la mauvaise étanchéité à l'air de la menuiserie (trous ou fissuration dans le mur).
- Avec la fermeture totale de la fenêtre, soit à 100% (vitrage fermé, persienne fermée), une faible réduction était observée, où l'habitant reçoit un niveau de pression sonore Lp qui fluctuait entre 40 dB et 60 dB, avec un niveau LAeq faisant **45,8 dB**, remarquablement réduit à celle de la chambre précédente, par rapport aux performances acoustiques de la persienne en Aluminium installée. Ce phénomène peut également s'expliquer par l'"effet de masquage", qui rend plus forts et détectables les bruits intérieurs (tels que le bruit rose, le bruit de voisinage, etc.) qui étaient auparavant couverts par des bruits extérieurs.

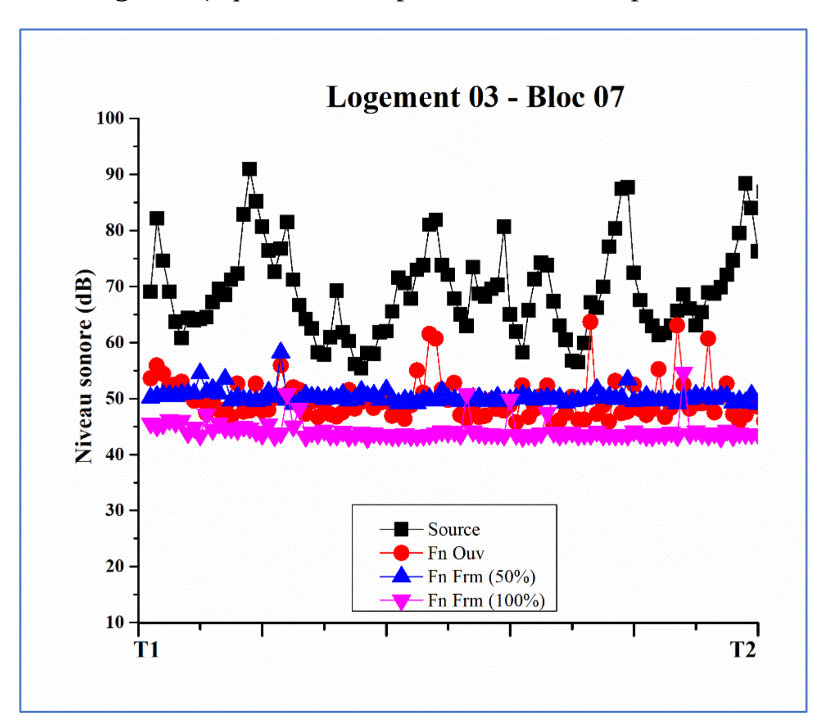


Figure 118 : Spectres sonores des niveaux de pression acoustique (Lp) du logement 03. Source : Auteur, 2022

Malgré la fermeture complète de la fenêtre dans ce cas, les fluctuations des niveaux sonores perçus dans le logement 03, située dans le bloc de bâtiments 07, qui donne sur le segment IV, étaient supérieures au niveau sonore requis par la réglementation acoustique

algérienne, qui est fixé à 38 dB dans les locaux d'habitation face à un bruit extérieur émis à 86 dB. Il s'ensuit une perte de confort sonore produite par les mauvaises performances acoustiques des éléments de fenêtres placés dans cette pièce habitable.

2. Synthèse de l'investigation quantitative

Les résultats des testabilités sonores ont montré qu'il existe des preuves évidentes que les niveaux de bruit émanant des vingt (20) stations sont inacceptables. L'étude s'est concentrée sur les niveaux de bruit du trafic routier. Les niveaux de bruit enregistrés pendant la surveillance étaient supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS, ainsi qu'à la règlementation acoustique nationale parfois de 10 à 15 dB. Après avoir analysé les données d'enregistrement, nous avons remarqué que le bruit des véhicules passant a eu un impact significatif sur les niveaux de bruit à l'intérieur et également un effet psychologique remarquable sur les habitants de cette cité résidentielle.

Dans certaines stations de mesure, l'augmentation des niveaux de bruit a été causée généralement par les véhicules à motorisation à diesel et des événements sonores tels que les klaxons, les accélérations et des fois par l'état de revêtement de la chaussée (dos d'âne, bouche d'égout percutée).

En outre, l'obtention de ces résultats a permis de distinguer la différence de perception du bruit routier à l'intérieur des logements étudiés, et ce qui nous a aidé par la suite à identifier le logement le plus affecté par le bruit extérieur (bruit routier), où ce dernier s'appariait d'être le logement 01 qui se trouve au niveau du bâtiment de bloc 14, donnant sur la route champs de manœuvre (segment I), au moment où il est souligné que la fermeture complète de la partie vitrée (fenêtre) avec la persienne installée par l'habitant, n'a pas pu atteindre les objectifs attendus en terme d'isolation acoustique contre le bruit aérien extérieur (bruit routier), admettant que la paroi opaque existante de 25 cm (mur préfabriqué en béton armé) aide mieux à confronter ce type de nuisance.

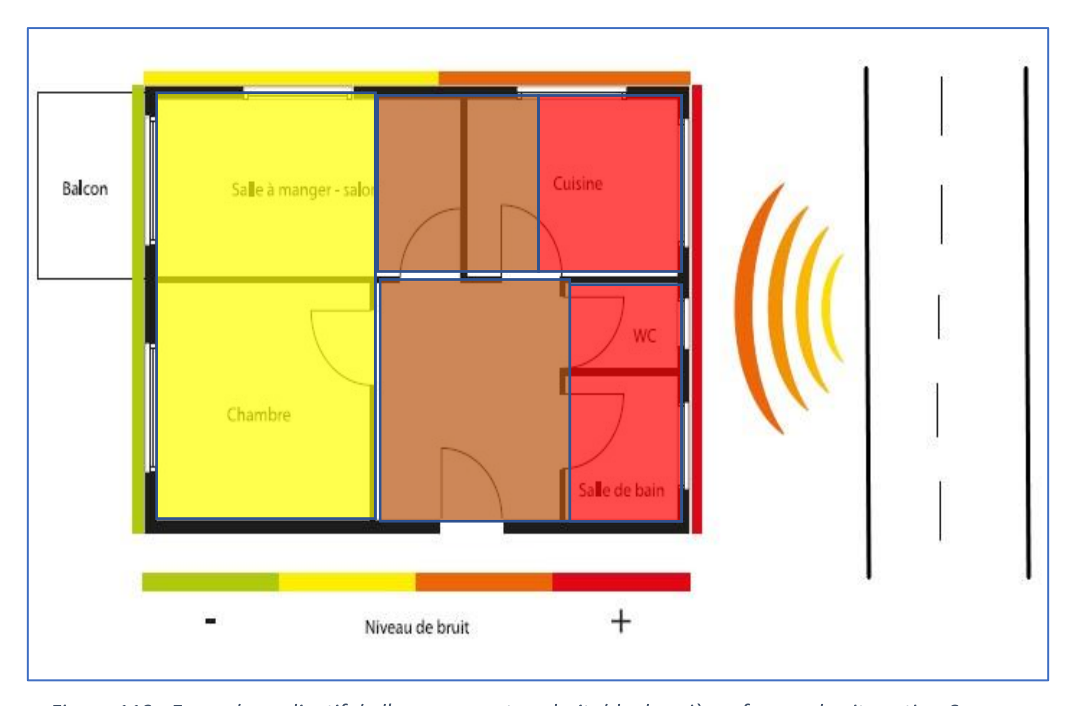


Figure 119 : Exemple explicatif de l'agencement souhaitable des pièces face au bruit routier. Source : Auteur, 2022

Au final, les nuisances sonores perçues à l'intérieur des logements de la cité de Champs de Manœuvre sont dû principalement à la mauvaise orientation du bâtiment, où les espaces sensibles au bruit (chambres et salons) en principe doivent être éloignés de la façade la plus bruyante. Comme il est schématisé en figure 119, les pièces de service telles que la cuisine, la salle de bains ou l'entrée devraient être utilisées comme des "zones tampons" en tant qu'espaces intermédiaires.

Conclusion

En résumé, il est apparu que le niveau de gêne sonore des répondants par rapport à leur exposition quotidienne au bruit est élevé. Par conséquent, la dimension sanitaire des habitants du quartier des Champs de Manœuvre à Guelma est affectée assez sévèrement par les nuisances sonores omniprésentes, notamment le bruit routier qui semble dépasser les seuils recommandés par la réglementation nationale de 70 dB. D'autres études menées dans des zones résidentielles de différents pays comme le Thaïlande et l'inde ont fait l'état de résultats similaires, dans lesquels les niveaux de bruit Leq et Lden dépassaient les limites admises dans la réglementation sur le bruit et les niveaux de gêne des résidents étaient détectés avec des scores élevés, faisant référence à leur insatisfaction vis-à-vis du bruit dans leur environnement de vie (Thareejit, Sihabut, et Patthanaissaranukool 2020) ; (Bunnakrid, Sihabut, et Patthanaissaranukool 2017) (Sisman & Unver, 2011) ; (Olayinka & Abdullahi, 2010).

De plus, les résultats de mesurage intérieurs au sein des trois logements étudiés, ont révélé la présence de deux angles du problème ; le premier angle c'est que les performances acoustiques des parties vitrées utilisées dans les logements collectifs dans ce cas n'offrent pas le confort sonore souhaitable dans une pièce habitable et qu'elles nécessitent par la suite un traitement curatif pour améliorer leur capacité d'isolation acoustique. Le deuxième angle c'est le phénomène d'émergence des bruits intérieurs après avoir isoler une pièce contre les nuisances extérieures, où le bruit de voisinage devient plus perceptible.

CHAPITRE III : Scenarios de la rénovation acoustique

Introduction

Il est souhaitable de quantifier l'isolation obtenue en appliquant un remède acoustique entre une source sonore et un local récepteur dans un certain nombre d'exigences. Parmi les exemples d'utilisation, nous pouvons citer les vitrages acoustiques, les enceintes, les cloisons, et les écrans antibruit, ainsi que les façades végétalisées.

En s'inspirant des travaux scientifique de (Stacy et al., 1974) ; (KURRA & DAL, 2012) ; (SECCHI et al., 2013) ; (Garg et al., 2011) ; (JABIER, 2017) ; (CERTU, 2003) ; (DEBBY WUYTS, s. d.) et (BALANANT, 2018) dans cette phase, le travail que nous avons abordé se concentre spécifiquement sur l'isolation acoustique des fenêtres dans une pièce habitable, bien que l'approche décrite ici soit pertinente pour toutes ces applications. Un certain nombre de indicateurs de bruit ont été utilisés pour évaluer l'efficacité de cette intervention.

Le premier point à examiner est de savoir comment améliorer l'isolation de la façade par rapport à la fenêtre, sachant qu'elle a souvent de mauvaises performances en termes d'isolation acoustique par rapport aux murs. En un scénario réel, nous pouvons également, lister dans l'ordre chronologique les différentes missions à établir, pour entamer une opération de rénovation acoustique vis-à-vis le bruit aérien extérieur (bruit routier), suivant la méthode expérimentale, qui consiste à remplacer l'ancien élément par le nouvel et de comparer entre les deux résultats.

De plus, il était indispensable de valider cette tâche par l'utilisation d'un logiciel de prédiction pour les autres éléments du bâtiment, qui n'étaient pas accessible en matière d'application expérimentale in-situ.

1. Scénario réel de la rénovation acoustique

L'opération réelle d'une rénovation acoustique a consisté d'établir et d'appliquer expérimentalement des solutions de remède dans le logement trouvé comme celui le plus affecté et endommagé par le bruit routier, suivant les résultats de l'enquête sociale (parole de l'habitant) et les résultats de mesures acoustique extérieures et intérieures, de manière rentables et financièrement accessibles.

1.1.Phase pré-rénovation

1.1.1. Choix du logement à rénover

Le logement choisi pour établir l'opération de rénovation acoustique face au bruit extérieur, appartient au premier étage du bâtiment bloc 14 orienté Nord-Ouest, Sud-Est.

Le choix s'est porté spécifiquement sur cet appartement est justifié par le fait que d'après les résultats de mesurage extérieur au niveau des routes qui encerclent la cité résidentielle de Champs de Manœuvre, la route nommée segment I, avait une moyenne d'un niveau équivalent continu de pression sonore LAeq de 70,7 dB, 72,7 dB, 73,4 dB et 74,2 dB pour le mois de Février, Mars, Juin et Juillet, respectivement. Ce qui présente par la suite une pollution sonore inacceptable à origine du bruit routier, qui affecte en premier lieu le bâtiment bloc 14 vu qu'il est à 14 mètres de la route, sans avoir un obstacle face à la propagation de bruit.

De plus, d'après la parole de l'habitant de cet appartement ainsi que le mesurage intérieur directe en temps réel, il était évident d'après les résultats des spectres sonores enregistrés que ce logement subis une grande partie du bruit routier (LAeq de 46 dB avec fenêtre complètement

fermée), particulièrement au sein de la chambre 02 ayant la fenêtre qui donne directement sur la route champs de manœuvre, ce qui a obligé d'intervenir et corriger les anomalies architecturaux et d'essayer de donner une solution fiable au problème du manque du confort sonore pour l'habitant.

1.1.2. Pièce à traiter

L'expérimentation impliquée sous l'opération de rénovation acoustique a été effectuée seulement au niveau d'une chambre à coucher avec 4,2m de longueur, de 3,00m de largeur et de 2,7m de hauteur sous plafond, et ayant une fenêtre façadière, qui donne directement sur la chaussée (segment I), installée dans un mur en béton préfabriqué de 25cm d'épaisseur.

Cette chambre à isoler, mitoyenne avec l'autre chambre et la cuisine, est jugée par l'occupant comme la pièce la plus affectée par le bruit routier (figure 120).

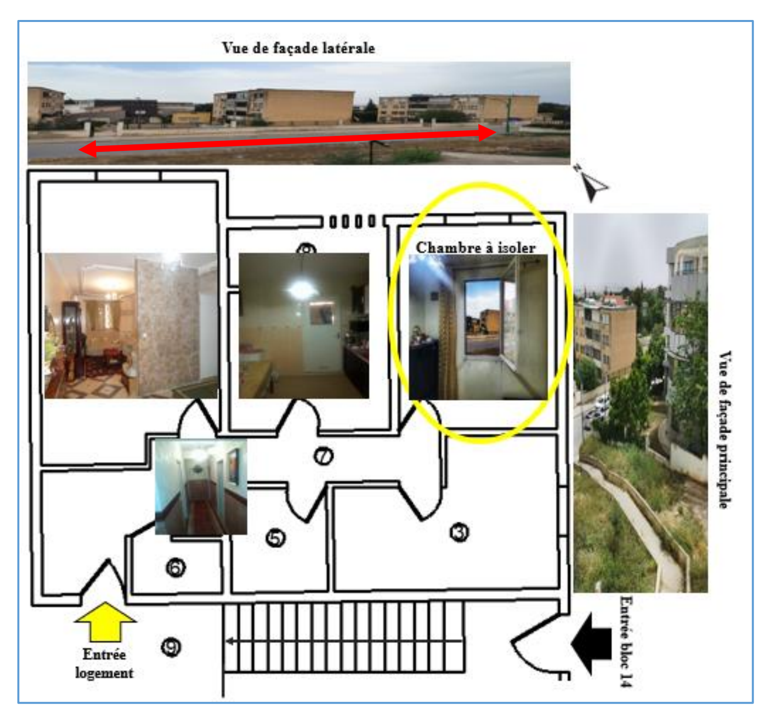


Figure 120 : Position spatiale en plan de la chambre à isoler dans le logement investigué. Source : Auteur, 2022

1.1.3. Diagnostic de l'existant

La première étape s'agit de réaliser un diagnostic visuel sur l'état de lieu du pan de façade par l'extérieur (figure 121) ainsi que par l'intérieur de la chambre, en concentrant sur l'état de la fenêtre à rénover, en cas de fissures ou des trous au niveau de sa menuiserie (châssis et dormant), qui peuvent présenter une faiblesse sur l'étanchéité à l'air, et par conséquent sur la transmission parasite de bruit via ces points critiques.



Figure 121 : Composition de la façade du bâtiment bloc 14. Source : Auteur, 2022

Puis, il était nécessaire d'établir un diagnostic acoustique visant l'isolement acoustique avant rénovation de la fenêtre sur laquelle les travaux de renforcement de l'isolation acoustique ont une influence, dans le but de comparer par la suite entre l'ancien isolement, l'isolement demandé et le nouvel isolement post-rénovation.

Compte tenu de la visite in-situ, les constations suivantes peuvent être faites (figure 122, 123 et 124) :

- Vu que le système constructif était par des panneaux préfabriqués en béton armé, le pan de façade perçu par l'intérieur ne présente aucun problème ou de fissurations.
- La menuiserie de la fenêtre est en bois et correctement posée, sans avoir des trous ou des entrées d'air.
- La fenêtre possède un seul ouvrant (1,2m x1m) avec un simple vitrage de 2mm d'épaisseur.
- La fenêtre est dotée d'une persienne en Aluminium roulant à un coffre mis à l'extérieur.
- L'installation de cette persienne en Aluminium était suivant des raisons d'esthétiques par le propriétaire (habitant), dotée de quelques défauts de mise en œuvre.
- La chambre était meublée pour l'utilisation journalière de l'occupant, ce qui rend la qualité sonore intérieure de la chambre adéquate pour le calcul (un temps de réverbération acceptable, pour ne pas influencer sur l'isolement acoustique).



Figure 122 : Vue d'intérieur sur la fenêtre ouverte. Source : Auteur, 2022



Figure 123 : Prise de photos de détails de la menuiserie et la persienne Aluminium. Source : Auteur, 2022



Figure 124 : Vue d'intérieur sur la fenêtre avec persienne Aluminium fermée. Source : Auteur, 2022

1.1.4. Résultats de la pré-rénovation

D’un point de vue réglementaire, l’arrêté français du 13 avril 2017 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments existants lors de travaux de rénovation importants, fixe des exigences d’isolement acoustique renforcé Dn de 38 dB vis-à-vis de l’extérieur, lorsque le bâtiment se situe dans des zones de bruit très important, et un isolement amélioré de 35 dB lorsqu’l s’agit d’une zone de bruit important, et un isolement basique de 30 à 32 dB pour une zone moyennement calme.

Tandis qu’en Algérie, le niveau sonore admis dans la réglementation acoustique est de l’ordre de 38 dBA pour les pièces habitables et 45 dBA pour les pièces de service pour des niveaux de bruit d’émission ne dépassant pas 86 dBA pour les locaux d’habitation, comme il est indiqué dans l’article 66 de l’arrêté interministériel du 14 mai 2011, définissant les spécifications techniques et les conditions financières applicables à la réalisation du logement promotionnel aidé, ainsi que dans l’article 69 de l’arrêté du 31 décembre 2012, portant approbation du cahier des charges fixant les normes de surface et de confort applicables aux logements destinés à la location-vente.

Par ailleurs, toute opération d’amélioration de l’isolation acoustique d’une chambre ou d’un local récepteur de bruit commence d’abord par la reconnaissance des seuils recommandés dans la réglementation en vigueur, puis la définition des niveaux sonores émis par la source potentielle, qui est dans ce cas la circulation routière qui se déroule à quelques mètres de la fenêtre de la chambre à rénover, et les niveaux sonores perçus dans le local de réception, ce qui permet par la suite de interroger à l’opération de remède contre ce type de bruit.

Les résultats de mesurage de bruit routier perçu dans ce cas (figure 125), ont montré des niveaux sonores élevés, liés à des raisons multiples tel que le passage permanent des moyens de transport, klaxons, freinage et accélération intenses, donnant un niveau sonore équivalent continu pondéré de pression $LA_{eq10min}$ de 81,5 dB en mois de Juillet, un niveau sonore maximal Lmax de 100,8 dB, ainsi qu’un niveau statistique L10 de 84,6 dB.

De même, les résultats de mesurage de bruit à l’intérieur du logement endommagé, ont permis de valider en premier lieu le sentiment de gêne perçu par l’habitant. Or, en deuxième lieu, les fluctuations des niveaux sonores même si la fenêtre est totalement fermée ont évidemment montrés les faibles performances de cet élément de façade en termes d’isolation acoustique, face au bruit routier, au moment où le niveau de pression sonore Lp qui fluctuait entre 40 dB et 65 dB, avec un niveau LAeq faisant 46,4 dB.

Par conséquent, ces résultats ont clairement dépassé les seuils recommandés dans les réglementations acoustiques internationales, et celles indiquées par l’organisation mondiale de la santé (OMS) en faveur des zones à usage résidentiel (55 dB le jour et 45 dB la nuit).

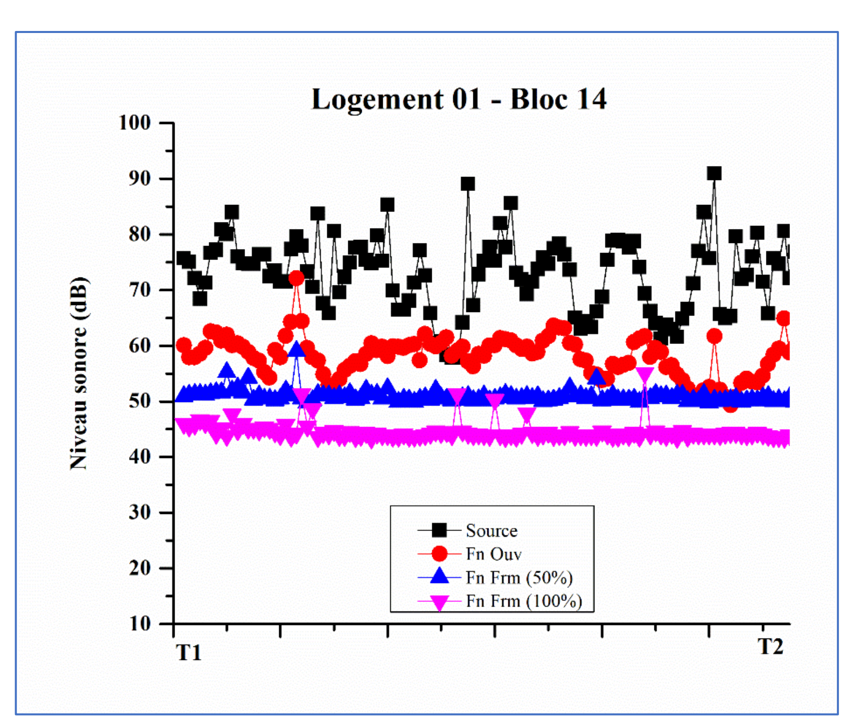


Figure 125 : Spectres sonores des niveaux de pression (Lp) du logement 01 avant rénovation. Source : Auteur, 2022

1.2.Phase post-rénovation

1.2.1. Choix des solutions

Le confort acoustique est un élément clé qui influence sur la viabilité des logements, ainsi qu'un facteur souvent négligé dans la conception des espaces intérieurs. Étant donné que tout matériau peut, en apparence, jouer un rôle acoustique, on peut se demander si une stratégie de lutte contre le bruit peut être entièrement déterminée par la sélection d'un produit idéal.

Une stratégie de lutte contre le bruit peut ne pas dépendre uniquement de la sélection du produit optimal, car n'importe quelle substance peut, à première vue, sembler avoir une fonction acoustique. L'efficacité des matériaux est moins importante que la qualité de leur mise en œuvre, qui influe à son tour sur leur fonction acoustique.

A partir du diagnostic visuel et les résultats de mesurage de bruit routier perçu à l'intérieur de la chambre, suivant les trois cas (fenêtre ouverte – fenêtre semi fermée – fenêtre fermée), nous avons constaté que, tant que l'intervention sur les performances acoustiques du mur par la pose d'un isolant va influencer en premier lieu sur la surface habitable, et sur l'aspect esthétique de la chambre, et qu'il dépasse la possibilité de l'habitant d'accepter tell expérimentation, nous avons réfléchie que la meilleure solution réalisable, et qui est financièrement accessible à appliquer sur place, c'était d'intervenir sur la fenêtre vu qu'elle représente l'élément le plus faible dans l'enveloppe du bâtiment vis-à-vis le bruit aérien extérieur (bruit routier).

Or, nous avons aussi profité en même temps de l'existence préalable de la persienne Aluminium installée.

Par ailleurs, comme règle générale (tableau 11), les parties pleines des façades ne sont souvent pas des voies de bruit prioritaires depuis l'extérieur car, de par leur construction, elles fonctionnent acoustiquement beaucoup mieux que les menuiseries et les équipements.

Tableau 1: Exemples de solutions d'isolation acoustique de la façade en rénovation. Source : Auteur, 2022

	Type d'éléments	Influence sur l'acoustique	Exemple de solution	Pts de vigilance
Le mur	Mur en maçonnerie lourde (béton)	Faible : la pose d'un isolant aura peu d'incidence sur la performance acoustique du mur.	La pose de la laine minérale ou le polystyrène expansé élastifié est toujours préférable.	Le choix de l'isolant est primordial et peut avoir des incidences acoustiques.
La fenêtre	Châssis	Faible : Le matériau constitutif des menuiseries avait une influence négligeable sur la performance acoustique de la menuiserie.	Châssis en PVC, bois ou aluminium sont recommandés pour des isolements supérieurs à 35 dB.	Veuille sur l'étanchéité à l'air par la pose d'un calfeutrement.
	Vitrage	Forte : Le choix du type de vitrage, quant à lui, est prépondérant pour l'acoustique.	Un simple vitrage à épaisseur au-delà de 6mm, ou un double vitrage asymétrique ou même la pose d'une double fenêtre aident à gagner un isolement acoustique $D_{nT,A,tr} > 35$ dB.	Veuille sur la bonne mise en œuvre.

1.2.2. Réalisation des travaux de rénovation

Pour atteindre les objectifs fixés à travers l'opération de la rénovation acoustique, nous avons choisi d'intervenir sur l'ensemble des points suivants :

- En basant sur le principe théorique de la loi de masse expérimentale, l'augmentation de l'épaisseur existant de 2mm vers 6 ou 8mm, selon la disponibilité dans le marché (figure 126), peut influencer sur les performances acoustiques du vitrage vis-à-vis le bruit aérien.

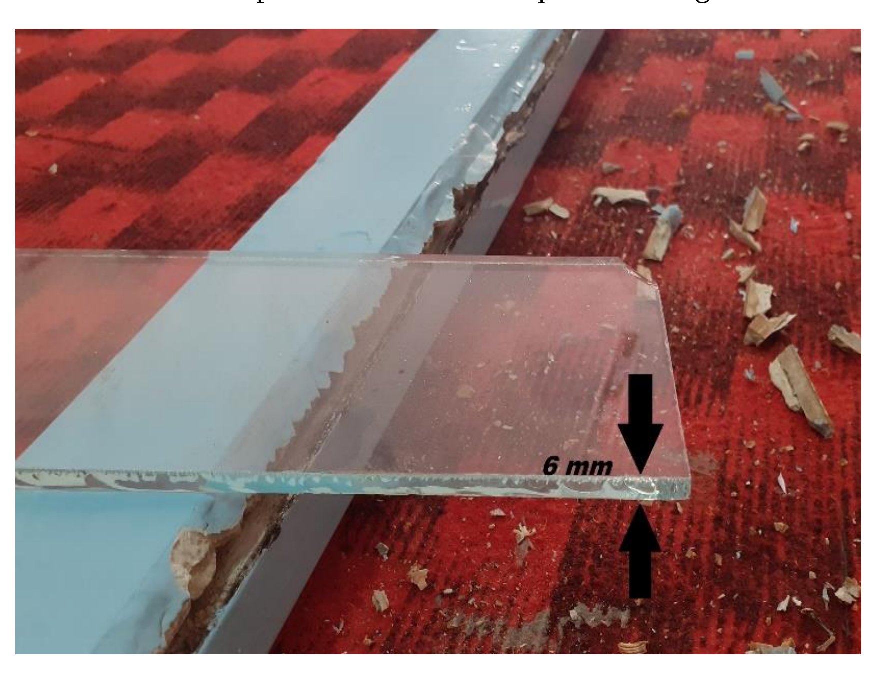


Figure 126 : Prise de photo sur le vitrage de 6mm d'épaisseur chez l'atelier d'exécution. Source : Auteur, 2022

- La pose d’un joint en mousse à ruban adhésif sur le contour du châssis de la fenêtre a pour but de garantir l’étanchéité à l’air (figure 127), en considérant que le son en théorie c’est la vibration des molécules d’air, traduites en des ondes qui se propages dans l’air vers le système auditif humain.



Figure 127 : Joint en mousse de ruban adhésif. Source : Auteur, 2022

- Le scellement des côtés de la persienne Aluminium installée, contre les fuites ou les trous potentiels par un joint de calfeutrement en silicone (figure 128) aide à réduire les transmissions indirectes ou parasites du bruit aérien.



Figure 128 : Scellement de la persienne Aluminium avec le joint silicone. Source : Auteur, 2022

1.2.3. Résultats de la post-rénovation

La figure 129 suivante démontre les différentes fluctuations des niveaux de pression sonore Lp quand la fenêtre est semi fermé et complètement fermée, tout en mettant en place un vitrage plus épais (6mm d'épaisseur).

- Avec la fermeture de la fenêtre, soit à 50% (vitrage fermé, persienne ouverte), l'occupant reçoit un niveau de pression acoustique Lp qui varie entre 45 dB et 55 dB, avec un niveau LAeq faisant **43,4 dB**. Une atténuation de -19 dB s'est produite par le simple vitrage de 6mm d'épaisseur de la fenêtre étudiée, face à un bruit routier.
- Avec la fermeture totale de la fenêtre, soit à 100% (vitrage fermé, persienne Aluminium fermée), une réduction légère était observée, où l'habitant reçoit un niveau de pression sonore Lp qui fluctuait entre 40 dB et 50 dB, avec un niveau LAeq faisant **40,8 dB**.

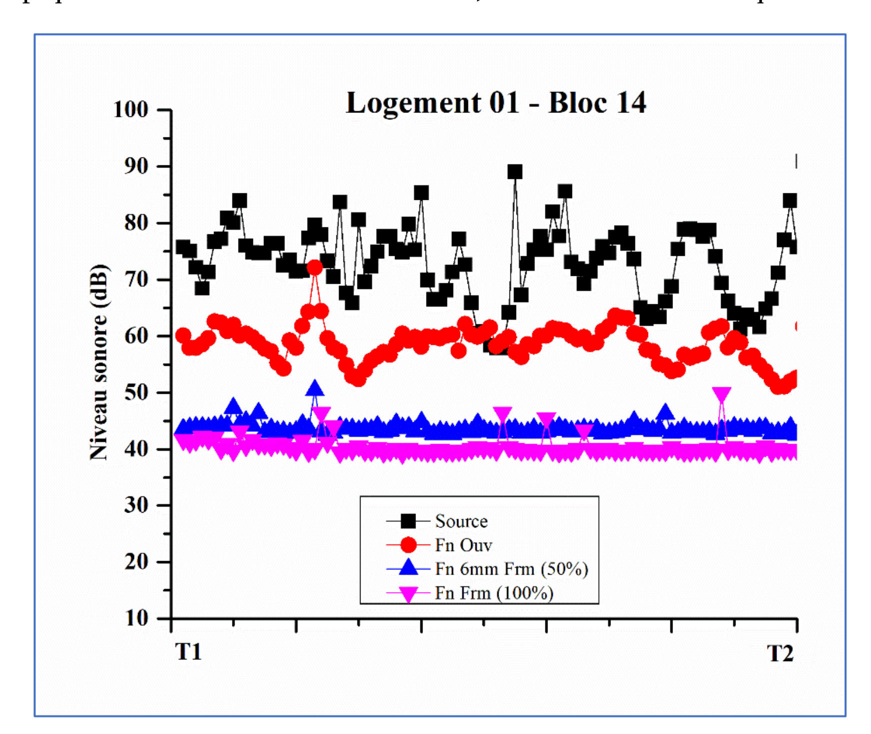


Figure 129 : Spectres sonores des niveaux de pression acoustique (Lp) du logement 01 après rénovation, par rapport au vitrage de 6mm. Source : Auteur, 2022

C'est dans cet esprit qu'on peut dénoter que plus un bruit est désagréable, plus son niveau de dB(A) est élevé. Dans un problème d'isolation, il faut chercher à ce que le bruit que les habitants du local de réception entendent soit le plus discret possible ou, plus précisément, que le niveau du bruit, mesuré en dB(A), soit le plus bas possible.

A- Calcul de l'isolement brut

Conformément au document technique DTR C3.1.1, qui concerne l'isolation acoustique des parois aux bruit aériens – règles de calcul (voir annexe 2), l'isolement brut Db c'est la différence du niveau sonore entre un milieu émetteur Lp1 du bruit (source) et un milieu récepteur Lp2, calculé selon la formule suivante :

$$Db = Lp1 - Lp2$$

Dans notre cas, le bruit à la source est à 81,5 dB. A une distance de 14m entre le segment I où la station 3 est implantée et la fenêtre étant ouverte, un bruit reçu est de 62,5 dB.

Dans le cas du changement du vitrage de la fenêtre de 2mm à 6mm, on obtient un niveau sonore de 43,4 dB avec la fermeture du vitrage seulement, qui fait un isolement brut de 19,1 dB. L'isolement brut obtenu lors de la fermeture complète de la fenêtre (soit vitrage fermé et persienne fermée), est de 21,7 dB, avec une différence de 2,6 dB dû aux capacités de la persienne Aluminium et l'étanchéification du châssis de la fenêtre.

B- Calcul de l'indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré R'w

En raison de la nature unique de cette étude, le manque de l'accessibilité aux normes algériennes imposant une procédure complète pour la mesure et l'analyse de l'isolation acoustique de la fenêtre, a été une raison impérative de s'appuyer sur des normes internationales reconnues, telles que la norme NF 12354-1 (voir annexe 5) et la norme EN ISO 16283-1 (voir annexe 7) et la norme EN ISO 717-1 version actualisée en 2020 (voir annexe 4), qui fournit dans la section 4.4 une méthode précise pour la détermination des valeurs individuelles appropriées d'isolation aux bruits aériens dans les bâtiments, basée sur une courbe de référence, où sont indiqués Rw, R'w, Dn,w ou DnT,w et les deux termes d'adaptation C et Ctr.

Les résultats suivants (figures 130, 131, 132 et 133) sont obtenus lors du mesurage in-situ dans la chambre investiguée, à l'aide de la mise en place du smartphone Huawei P30, doté de l'application installée et calibrée NoiseCapture, ce qui a permis de traduire les niveaux sonores en spectres en fonction des fréquences (de 100 à 4000 Hz). Il convient également de noter que la porte de la chambre doit être fermée et la persienne aluminium existante est resté ouverte au début de mesurage, afin de ne pas affecté la fiabilité des résultats de l'isolation acoustique des vitrages. Puis, il s'agit de fermer complètement la fenêtre (vitrage et persienne fermés) pour évaluer la réduction du bruit reçu.

Nous pouvons dénoter d'après les figures ci-dessus, qu'avant l'opération de la rénovation, la fenêtre dotée d'un vitrage simple de 2mm d'épaisseur fermé avait un niveau sonore LAeq de **50,8 dB** dû aux faibles performances acoustiques de ce type de vitrage vis-à-vis le bruit aérien venus de l'extérieur. En outre, la contribution de la fermeture de la persienne Aluminium fait gagner une différence de 4,5 dB. Par la suite, le niveau sonore perçu à ce stade dépasse hautement le seuil de 38 dB admis dans la réglementation en vigueur.

Après l'application de l'opération de la rénovation acoustique sur les caractéristiques de la fenêtre, en augmentant l'épaisseur jusqu'à 6mm, l'étanchéification du châssis en ajoutant d'un ruban adhésif à base d'une mousse en polyuréthane et le scellement des côtés de la persienne aluminium existante, une certaine amélioration dans l'isolation acoustique totale d la fenêtre est remarquée, en obtenant un niveau sonore LAeq de **46,4 dB** lorsque le vitrage de 6mm est fermé seulement, et un niveau sonore LAeq de **40,8 dB** quand le vitrage et la persienne sont tous les deux fermés.

L'explication de ce phénomène est liée à la loi de masse expérimentale qui s'applique aux parois simples, où nous indiquons que le bruit transmis sera d'autant plus réduit quand le verre sera épais (lourd). Jusqu'à un certain point, le bruit transmis (aigus) diminue à épaisseur constante des basses aux hautes fréquences : Moins de bruit est transmis lorsque l'intensité sonore augmente. De plus, la fréquence critique fc, ; c'est la fréquence à laquelle l'impact fait vibrer le verre. Nous ressentons un pic sonore à cette fréquence car le bruit se transmet plus

facilement à cette fréquence, qui est du vitrage 2mm est à 6400 Hz, et la fc du vitrage de 6mm est à 2133 Hz.

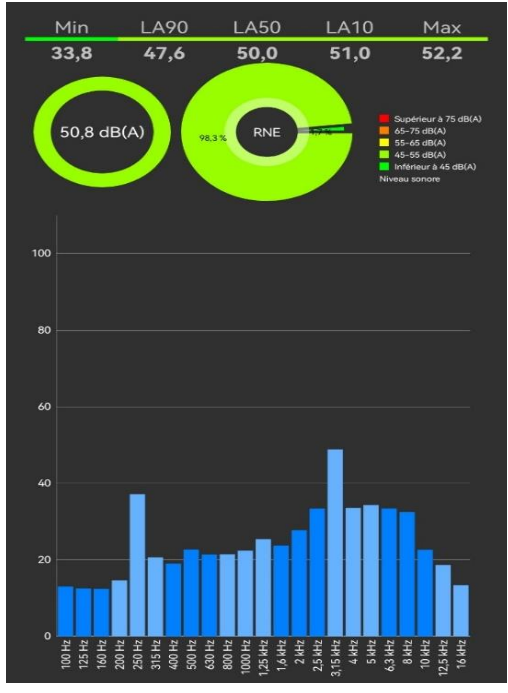


Figure 130 : Spectres sonores du bruit perçu à l'intérieur du logement 01 à l'aide de l'application NoiseCapture avec vitrage 2mm fermé. Source : Auteur, 2022

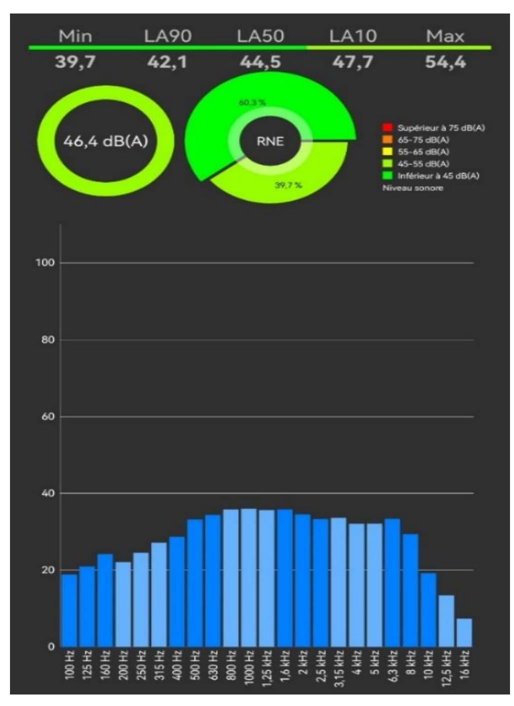


Figure 131 : Spectres sonores du bruit perçu à l'intérieur du logement 01 à l'aide de l'application NoiseCapture avec vitrage 2mm et persienne fermée. Source : Auteur, 2022

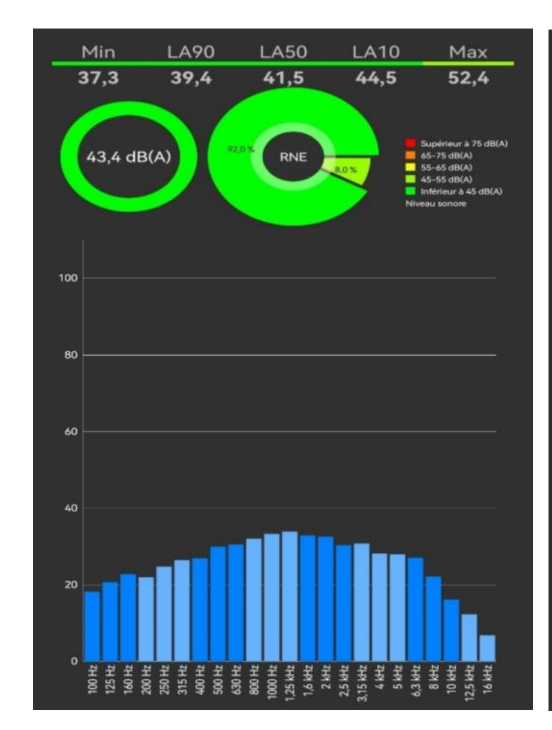


Figure 132 : Spectres sonores du bruit perçu à l'intérieur du logement 01 à l'aide de l'application NoiseCapture avec vitrage 6mm fermé. Source : Auteur, 2022

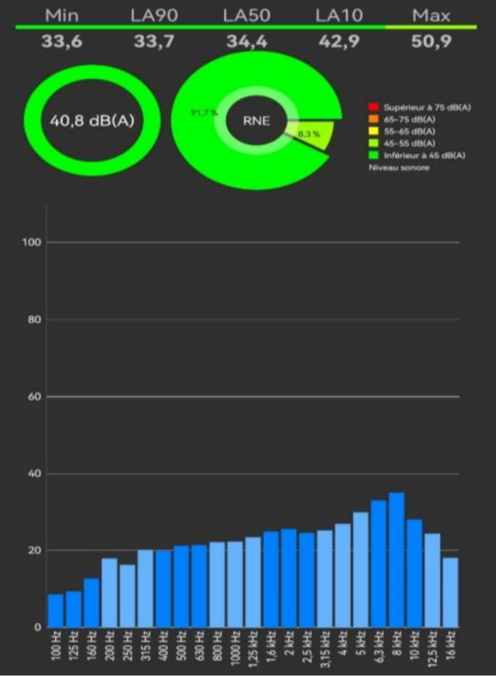


Figure 133 : Spectres sonores du bruit perçu à l'intérieur du logement 01 à l'aide de l'application NoiseCapture avec vitrage 6mm et persienne fermée. Source : Auteur, 2022

Selon (SIMONS & WATERS, 2008) comme la fréquence critique est inversement liée à l'épaisseur du matériau, une augmentation de l'épaisseur fait que l'écart de coïncidence se

produit à des fréquences plus basses. En conséquence, la diminution de l'épaisseur entraînera également l'apparition de l'écart de coïncidence à une fréquence plus basse afin d'augmenter la masse de surface d'un panneau et, par la suite, d'améliorer l'indice d'affaiblissement acoustique en utilisant la loi de masse.

Par conséquent, malgré le gain d'une augmentation de la masse superficielle, l'indice d'affaiblissement acoustique d'un seul panneau sera amélioré sur presque toute fréquence, et cela est illustré théoriquement sur la figure 134.

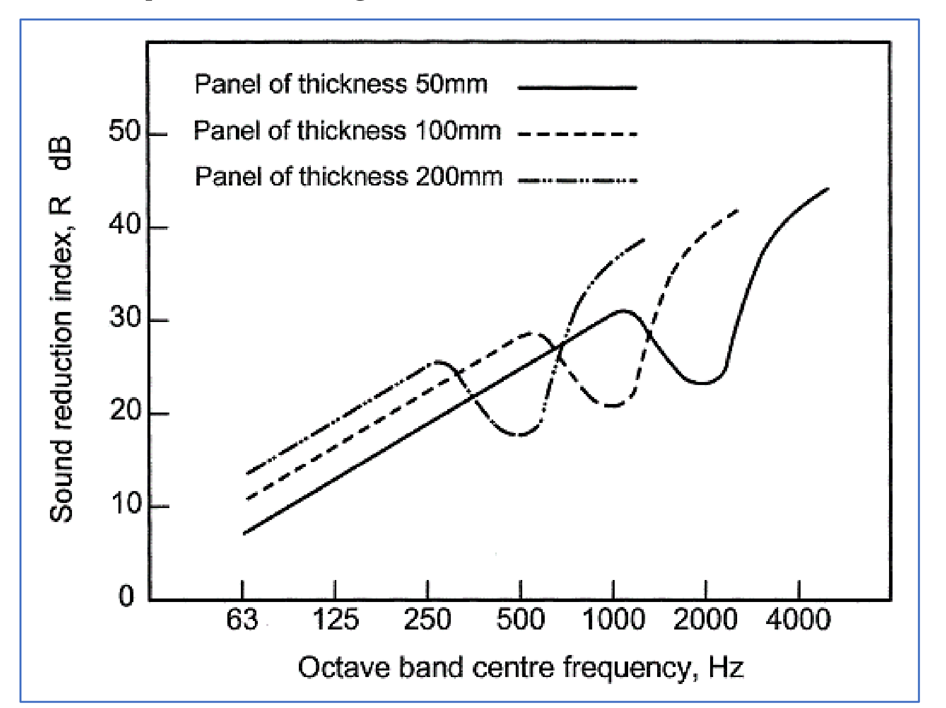


Figure 134 : Effet de l'augmentation de la masse surfacique sur l'indice d'affaiblissement acoustique. Source : Simons, 2008

Suivant la méthode détaillée dans la norme ISO 717-1, les résultats de l'indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré R'w par rapport au vitrage de 2mm et de 6mm affichés dans les tableaux 12 et 13, sont développés comme suit :

$R'w_{2mm}$ (C ; Ctr) = 27 (-4 ; -6) dB, avec : R'_{A} = 23 dB et $R'_{A,\,tr}$ = 21 dB.
$R'w_{6mm}$ (C ; Ctr) = 33 (-2 ; -4) dB, avec : R'_{A} = 31 dB et $R'_{A,\,tr}$ = 29 dB.

Où ;

Ri c'est la valeur de niveau sonore en dBA mesurée, par rapport à la fréquence de référence.

Les deux valeurs 23,8 dBA et 19,3 dBA sont la somme des écarts défavorables soit le plus grand possible, sans toutefois dépasser 32,0 dB (mesurage sur 16 bandes de tiers d'octave) ou 10,0 dB (mesurage sur cinq bandes d'octave).

La formule $10^{(Li1-Ri')/10}$ est celle utilisée pour obtenir les valeurs des termes d'adaptation C et Ctr, relatifs au bruit rose et au bruit routier, respectivement.

Tableau 2: Mesurage des performances acoustiques du vitrage de 2mm dans la bande de fréquences étendue 100 Hz à 3150 Hz. Source : Auteur, 2022

Fréquence (Hz)	**Ri'**	**23,8**	**UD'**	**Spectre N°1 - Li1**	**Li1 - Ri'**	$10^{(Li1-Ri')/10}$	**Spectre N°2 - Li2**	**Li2 - Ri'**	$10^{(Li2-Ri')/10}$
100	13,0	8,1	4,9	**-29**	-42,0	6,30957E-05	**-20**	-33,0	0,000501187
125	12,5	11,1	1,4	**-26**	-38,5	0,000141254	**-20**	-32,5	0,000562341
160	12,4	14,1	-1,7	**-23**	-35,4	0,000288403	**-18**	-30,4	0,000912011
200	14,6	17,1	-2,5	**-21**	-35,6	0,000275423	**-16**	-30,6	0,000870964
250	18,8	20,1	-1,3	**-19**	-56,1	2,45471E-06	**-15**	-52,1	6,16595E-06
315	20,6	23,1	-2,5	**-17**	-37,6	0,00017378	**-14**	-34,6	0,000346737
400	19,0	26,1	-7,1	**-15**	-34,0	0,000398107	**-13**	-32,0	0,000630957
500	22,7	27,1	-4,4	**-13**	-35,7	0,000269153	**-12**	-34,7	0,000338844
630	21,4	28,1	-6,7	**-12**	-33,4	0,000457088	**-11**	-32,4	0,00057544
800	21,5	29,1	-7,6	**-11**	-32,5	0,000562341	**-9**	-30,5	0,000891251
1000	22,4	30,1	-7,7	**-10**	-32,4	0,00057544	**-8**	-30,4	0,000912011
1250	25,4	31,1	-5,7	**-9**	-34,4	0,000363078	**-9**	-34,4	0,000363078
1600	23,8	31,1	-7,3	**-9**	-32,8	0,000524807	**-10**	-33,8	0,000416869
2000	27,7	31,1	-3,4	**-9**	-36,7	0,000213796	**-11**	-38,7	0,000134896
2500	33,4	31,1	2,3	**-9**	-42,4	5,7544E-05	**-13**	-46,4	2,29087E-05
3150	48,8	31,1	17,7	**-9**	-57,8	1,65959E-06	**-15**	-63,8	4,16869E-07
	Somme = -31,6 < 32,0 R'w = 52 – 24,9 R'w = 27,1 dB => 27 dB			Somme = 0,00453093 -10log0,00453093 = 23,43 C = 23 – 27 = -4 dB			Somme = 0,007896782 -10log0,007896782 = 21,02 C = 21 – 27 = -6 dB		

Tableau 13 : Mesurage des performances acoustiques du vitrage de 6mm dans la bande de fréquences étendue 100 Hz à 3150 Hz. Source : Auteur, 2022

Fréquence (Hz)	**Ri'**	**19,3**	**UD'**	**Spectre N°1 - Li1**	**Li1 - Ri'**	**$10^{(Li1-Ri')/10}$**	**Spectre N°2 - Li2**	**Li2 - Ri'**	**$10^{(Li1-Ri')/10}$**
100	18,2	13,8	4,4	**-29**	-47,2	1,90546E-05	**-20**	-38,2	0,000151356
125	20,7	16,8	3,9	**-26**	-46,7	2,13796E-05	**-20**	-40,7	8,51138E-05
160	22,8	19,8	3	**-23**	-45,8	2,63027E-05	**-18**	-40,8	8,31764E-05
200	22,0	22,8	-0,8	**-21**	-43,0	5,01187E-05	**-16**	-38,0	0,000158489
250	24,8	25,8	-1	**-19**	-43,8	4,16869E-05	**-15**	-39,8	0,000104713
315	26,4	28,8	-2,4	**-17**	-43,4	4,57088E-05	**-14**	-40,4	9,12011E-05
400	26,9	31,8	-4,9	**-15**	-41,9	6,45654E-05	**-13**	-39,9	0,000102329
500	29,9	32,8	-2,9	**-13**	-42,9	5,12861E-05	**-12**	-41,9	6,45654E-05
630	30,5	33,8	-3,3	**-12**	-42,5	5,62341E-05	**-11**	-41,5	7,07946E-05
800	32,1	34,8	-2,7	**-11**	-43,1	4,89779E-05	**-9**	-41,1	7,76247E-05
1000	33,3	35,8	-2,5	**-10**	-43,3	4,67735E-05	**-8**	-41,3	7,4131E-05
1250	33,9	36,8	-2,9	**-9**	-42,9	5,12861E-05	**-9**	-42,9	5,12861E-05
1600	32,9	36,8	-3,9	**-9**	-41,9	6,45654E-05	**-10**	-42,9	5,12861E-05
2000	32,5	36,8	-4,3	**-9**	-41,5	7,07946E-05	**-11**	-43,5	4,46684E-05
2500	30,4	36,8	-6,4	**-9**	-39,4	0,000114815	**-13**	-43,4	4,57088E-05
3150	32,6	36,8	-4,2	**-9**	-41,6	6,91831E-05	**-15**	-47,6	1,7378E-05
	Somme = -30,9 < 32,0 R'w = 52 – 19,2 R'w = 32,8 dB => 32 dB			Somme = 0,000842733 -10log0,000842733 = 30,74 C = 31 – 33 = -2 dB			Somme = 0,001273822 -10log0,001273822 = 28,94 C = 29 – 33 = -4 dB		

1.2.4. Synthèse comparative des résultats

Tel que défini dans la norme EN ISO 717-1, l'indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré R'w, en tant que grandeur unique appropriée de l'isolation aux bruits aériens dans les bâtiments, est un important descripteur de bruit fréquemment utilisé pour caractériser la performance acoustique d'un élément de séparation, tel qu'un vitrage de fenêtre, sur la base des fréquences (de 100 à 3150 Hz). R'w a été calculé à l'aide de l'application NoiseCapture calibrée sur smartphone androïde, comme le montre la figure 135 et 136, pour les deux cas de mesure ; avec un vitrage de 2 mm et un vitrage de 6 mm, respectivement.

Les courbes et les valeurs obtenues à partir de l'indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré R'w mesuré indiquent que les performances acoustiques du vitrage de 6 mm dans ce cas particulier sont importantes dans les basses fréquences de 160 à 1000 Hz, où il est classé le bruit de la route ($R'_{A,\, tr\, 6mm}$ = 29 dB), par rapport à celles du vitrage de 2 mm ($R'_{A,\, tr\, 2mm}$ = 21 dB).

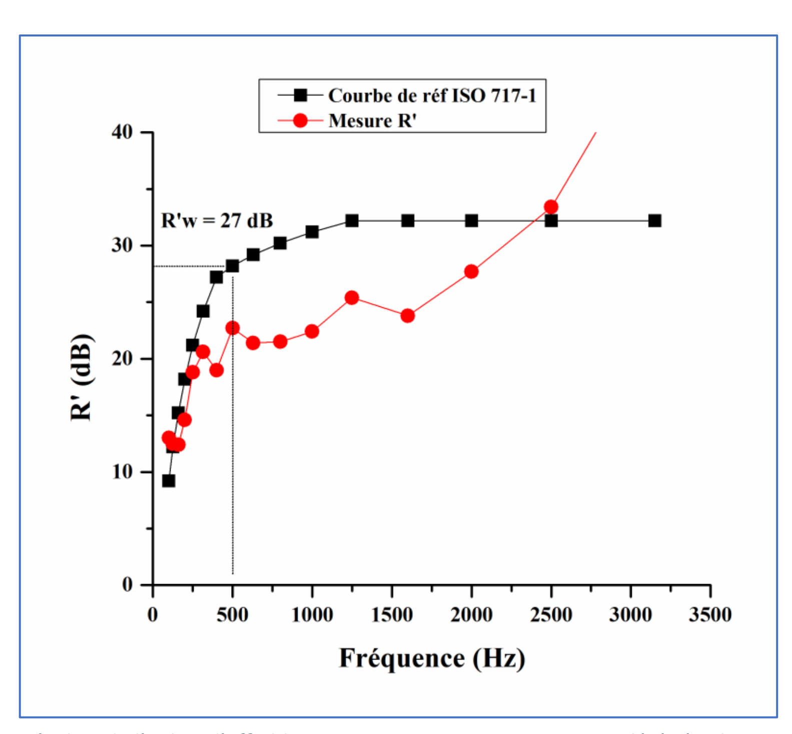


Figure 135 : Résultat de l'indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré R'w du vitrage de 2mm.
Source : Auteur, 2022

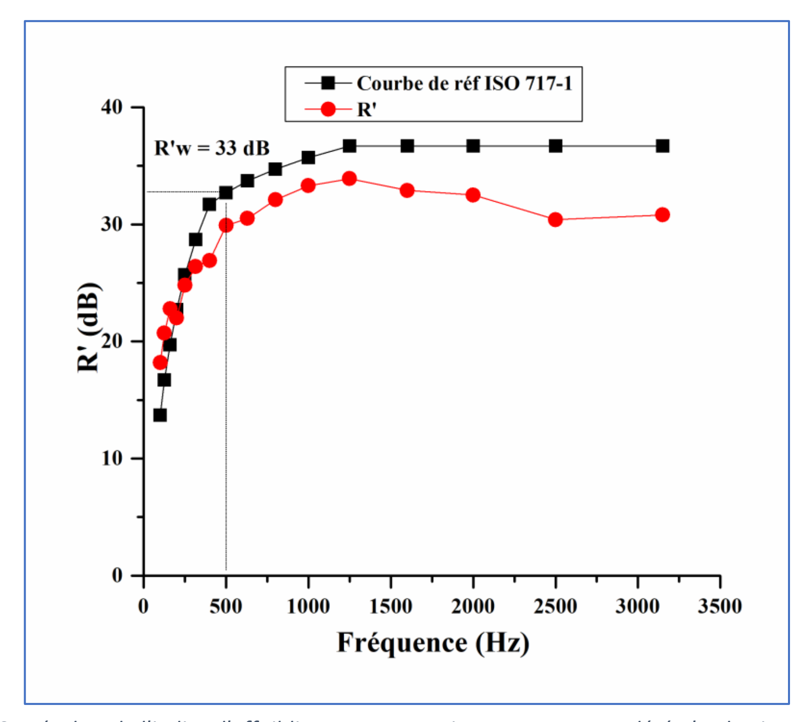


Figure 136 : Résultat de l'indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré R'w du vitrage de 6mm.
Source : Auteur, 2022

Comme cette fréquence dépend essentiellement des pertes internes des matériaux, qui correspondent à leur viscosité, c'est-à-dire à la propriété de leurs molécules de frotter les unes contre les autres lorsqu'elles sont mises en vibration, cette dernière étant générée par les ondes sonores produites par le bruit routier, la variation des valeurs de l'indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré R' est relative à la fréquence du son qui frappe l'élément séparateur. Par cette expérience, la "loi de la masse expérimentale" peut être appliquée : plus la paroi est lourde et épaisse, plus l'isolation acoustique est forte.

Cependant, quelques conditions doivent être remplies afin d'utiliser les ordres de grandeur prévus par cette loi, pour que nous puissions perdre de 3 à 5 dB :

La paroi séparative ne doit pas présenter de fissures et doit être étanche à l'air.
Un élément plein et homogène isole mieux qu'un élément creux pour une même masse surfacique (parpaing creux, brique creuse, plancher avec poutrelles en béton ou briques creuses...).

De même, sur la base d'une étude expérimentale de plusieurs types de fenêtres vitrées précédemment étudiées dans (Garg et al., 2012), une augmentation de l'affaiblissement de transmission du son (STL) de différentes épaisseurs de vitrage, qui est dans notre cas l'indice de réduction apparent R'w, a été observée en accord avec la loi de masse, qui prédit une augmentation de 6 dB de l'isolation acoustique lorsque la masse des panneaux vitrés est doublée. En outre, différents facteurs influençant les performances acoustiques des façades, notamment les principaux paramètres acoustiques et non acoustiques, tels que la structure des murs, les couches de vitrage et le rapport volume/ratio de la pièce de réception, ont été étudiés (Masovic et al., 2013).

2. Scénario numérisé de la rénovation acoustique

Les performances d'un bâtiment ancien étant en général faibles, si les améliorations précédentes n'atteignent pas le niveau souhaité, les problèmes acoustiques existants vont demeurer. C'est dans ce sens que dans les constructions neuves, l'isolement acoustique doit être pris en considération dès le début des travaux de construction, suivant les niveaux sonores exigés et admis par la réglementation acoustique en vigueur.

Afin de donner une vision générale sur l'ensemble des recommandations en termes de l'aspect technique sur l'enjeu de l'amélioration de l'isolation acoustique des bâtiments à usage d'habitation vis-à-vis le bruit aérien, notamment le bruit venu de l'extérieur, nous avons opté dans cette section à présenter la validation des résultats susmentionnées, à travers l'utilisation de l'outil informatique « INSUL : sound insulation prediction software ». Ce logiciel a été fourni suivant une licence d'essai de quinze (15) jours uniquement.

2.1.Présentation du logiciel INSUL : Sound Insulation Prediction Software

Marshall Day Acoustics, basée à Auckland, en Nouvelle-Zélande, est la société qui a créé le logiciel INSUL. Sound Insulation Prediction Software. Le distributeur d'INSUL pour les États-Unis, le Canada et le Mexique est Navcon engineering.

Les ingénieurs travaillant dans le domaine de l'architecture et de l'acoustique des salles, utilisent fréquemment l'application d'ingénierie connue sous le nom de INSUL version 9.0. Pour une variété de projets, tels que les bâtiments résidentiels, les projets commerciaux, les studios haut de gamme, les salles de spectacle, les auditoriums et les musées, INSUL prévoit l'isolation acoustique.

Par ailleurs, INSUL peut être utilisé pour rechercher de nouveaux matériaux pour lesquels les résultats des tests ne sont pas encore accessibles. La base de données des matériaux personnalisés peut être utilisée pour évaluer l'isolation acoustique de divers projets à l'aide de caractéristiques de base quantifiables.

Ou encore, INSUL peut être utilisé pour étudier diverses combinaisons de matériaux connus utilisés dans des structures pour lesquelles il n'y a pas de données d'essais en laboratoire accessibles.

INSUL peut être utilisé pour évaluer rapidement de nouveaux matériaux et systèmes ou pour étudier les conséquences de modifications apportées aux conceptions actuelles. Il représente des partitions et des matériaux plus complexes en utilisant la loi de masse simple et la technique de fréquence de coïncidence. Au fil de multiples itérations, il est devenu un outil très convivial qui utilise le système du Windows. Il a également été amélioré par une comparaison constante avec les essais en laboratoire afin d'offrir une précision utilisable pour une variété de structures.

La capacité des consultants en acoustique et des fabricants de produits à définir de manière fiable et rapide des bâtiments pour atteindre l'isolation aux bruits aériens spécifiée serait considérablement améliorée par INSUL (figure 137).



Figure 137 : Logo de INSUL : Sound insulation prediction software.
Source : https://www.marshallday.com/innovation/software/, 2022

2.2.Objectifs de INSUL

INSUL utilise des modèles théoriques fiables qui sont simples à calculer et ne demandent que des données de construction facilement disponibles. Le logiciel peut calculer la perte de transmission avec une précision raisonnable (TL). Isolation aux bruits d'impact et indice d'affaiblissement acoustique pondéré (Rw ou STC) et (Ln, w ou IIC).

INSUL prend en compte les conséquences de la taille finie, qui sont cruciales pour prévoir des échantillons minuscules comme les fenêtres. INSUL ne remplace pas les mesures, comme tout autre outil de prédiction. Cependant, des comparaisons approfondies avec des données de test montrent qu'INSUL prévoit systématiquement les valeurs IIC/ Ln, w à 5 dB et les valeurs Rw/STC pour la majorité des bâtiments à 3 dB.

2.3.Fonctionnalités de INSUL

INSUL possède une interface simple et facile à utiliser qui permet de développer rapidement des estimations de performance pour une gamme variée de constructions de murs,

planchers, toitures et vitrages. Les fonctionnalités suivantes rendent l'utilisation de ce logiciel facile, pertinente et fiable dans le domaine de l'isolation acoustique :

Une base de données de milliers de matériaux de construction et de revêtements de sol courants.
L'utilisateur peut ajouter ses propres matériaux à la base de données.
Prédit les performances d'isolation aux bruits aériens des murs à panneaux simples, doubles et triples, des planchers, des toits, des plafonds et des fenêtres dans des bandes de fréquences de 1/3 d'octave de 50 à 5000 Hz.
Prévision de l'isolation des sols aux bruits d'impact, y compris les effets des différents revêtements de sol.
Prédiction du bruit des pluies sur les toits, qu'il s'agisse de pluies naturelles ou de pluies de laboratoire selon la norme ISO 140-18.
Calcul les niveaux sonores intérieurs à partir de sources de bruit extérieures conformément à la norme EN 12354 (voir annexe 5)

2.4.Isolation acoustique de la façade

Le bruit extérieur doit traverser partiellement des murs et des fenêtres pour atteindre une pièce ou une chambre. Le rapport entre la surface occupée par les menuiseries extérieures et la surface totale de la façade vue de l'intérieur du local étudié déterminera donc l'isolement acoustique $D_{A,tr}$ de la façade finale (M. Van Damme, 2011).

Le principe général d'une bonne isolation acoustique dans un bâtiment, particulièrement ceux à vocation d'habitation, c'est d'essayer d'atténuer les niveaux sonores le plus possible pour avoir le confort auditif souhaité à travers l'optimisation des performances acoustiques des éléments de façade (parois opaques et parois vitrées) pour faire obstacle contre les nuisances sonores qui y traversent.

Les exemples suivants en utilisant le logiciel INSUL, montrent en 3D les performances acoustiques selon l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré R_w/ STC des matériaux mesurés en laboratoire, par rapport aux vitrages des fenêtres, des murs et des planchers.

2.4.1. Performance acoustique de la partie vitrée

La surface vitrée dans une fenêtre façadière ainsi que le joint d'étanchéité constituent toujours le point déterminant de la performance acoustique d'une fenêtre à faire obstacle contre les bruits venus de l'extérieur, c'est dans ce sens qu'afin d'améliorer son isolation acoustique est basée sur l'une des lois théoriques : loi de masse (augmentation d'épaisseur du vitrage) ou loi de ressort-masse-ressort (création d'un vide entre les deux vitrages).

Vitrage simple (2 – 4mm)

Le plus souvent, nos fenêtres sont dotées d'un simple vitrage à un épaisseur de 2 ou 4mm généralement ayant une faible performance acoustique pour stopper le bruit, avec un indice de réduction du bruit Rw de 25 dB et 29 dB, respectivement (figure 138 et 139).

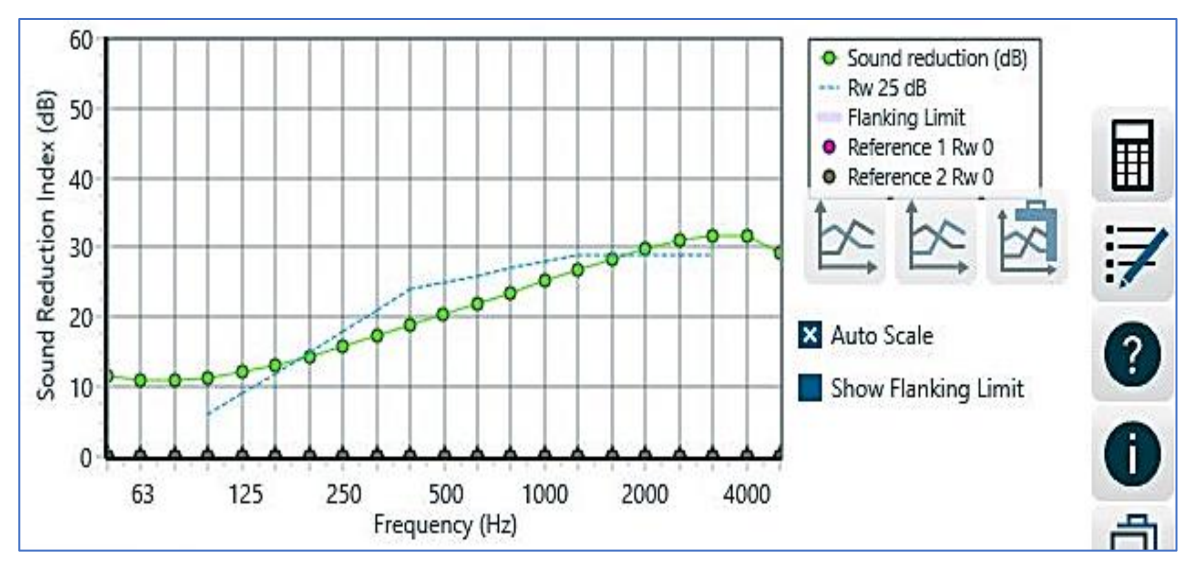


Figure 138 : Performance acoustique d'un simple vitrage de 2mm. Source : INSUL, 2022

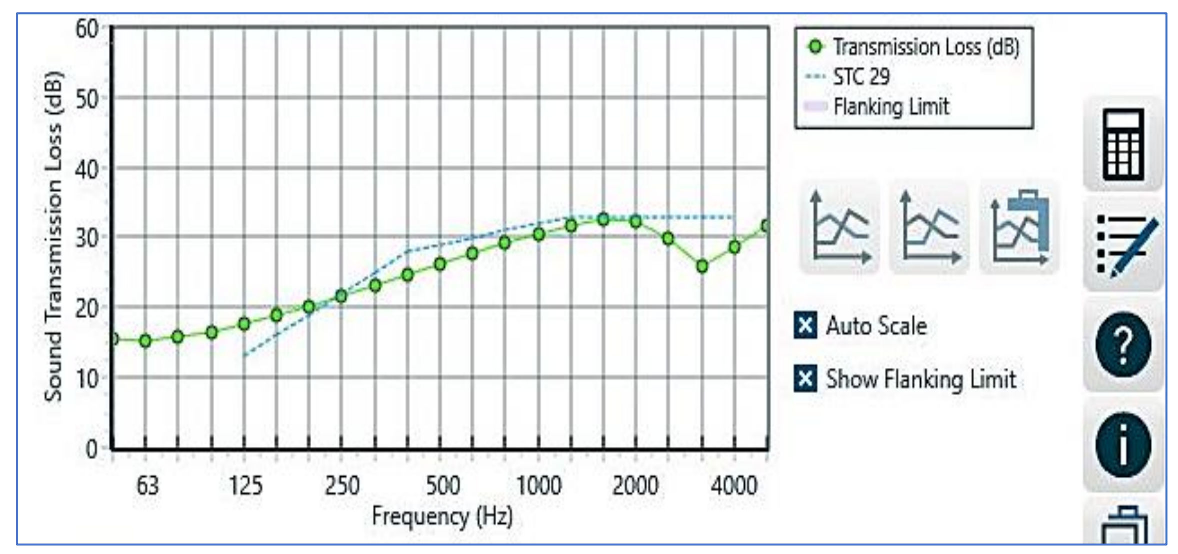


Figure 139 : Performance acoustique d'un simple vitrage de 4mm. Source : INSUL, 2022

Vitrage simple (6 - 8mm)

Une amélioration légère touchant la performance acoustique d'une fenêtre à travers l'augmentation de l'épaisseur du vitrage à 6 et 8mm, avec un Rw = 31 dB et Rw = 33 dB, respectivement (figure 140 et 141).

Par rapport à ces deux résultats, nous pouvons affirmer ce qui suit :

D'abord que les résultats obtenus dans cette étude sont corrects.
Et que l'application NoiseCapture a été utilisée d'une manière judicieuse, vu que les résultats qu'elle a offerts sont parallèles aux celles-là.

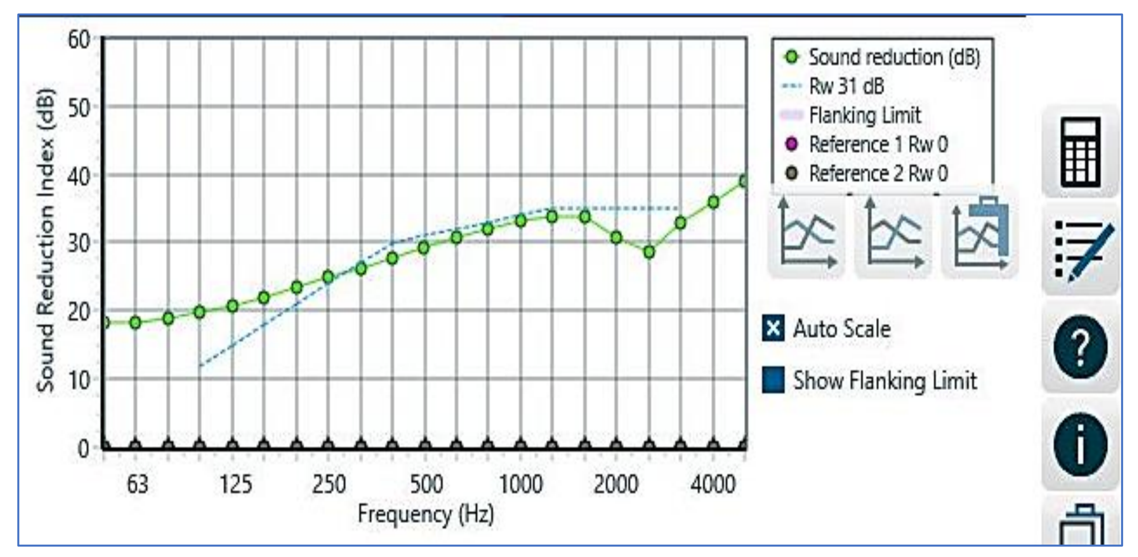


Figure 140 : Performance acoustique d'un simple vitrage de 6mm. Source : INSUL, 2022

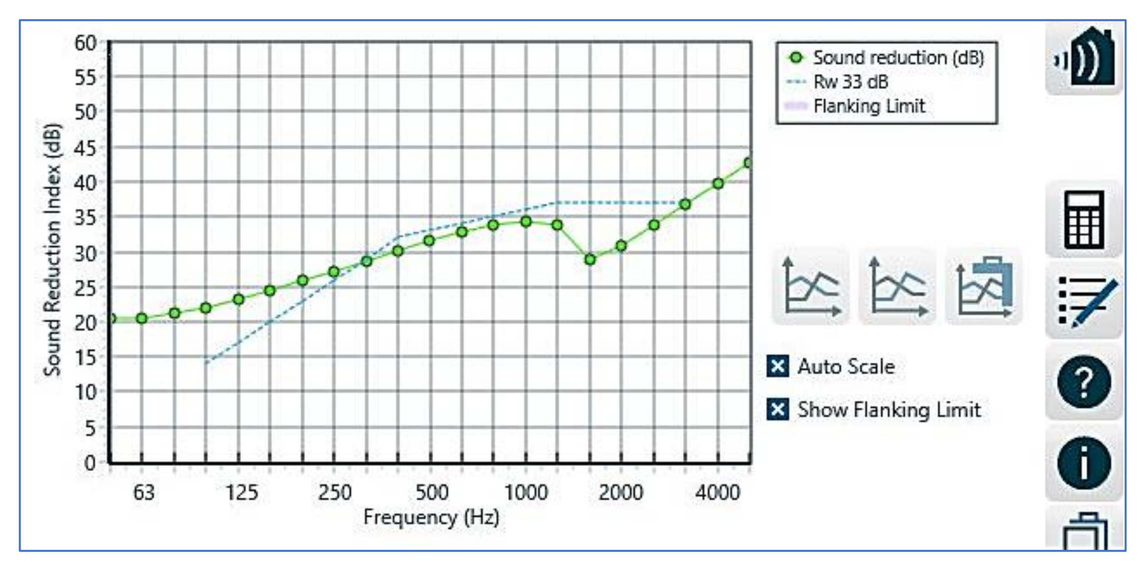


Figure 141 : Performance acoustique d'un simple vitrage de 8mm. Source : INSUL, 2022

Double Vitrage (symétrique)

Une solution alternative pour améliorer les performances acoustiques d'une fenêtre est de passer vers le double vitrage, composé essentiellement de deux panneaux de vitres d'épaisseur similaires et un espace central, désigné soit par un vide ou un gaz spécial comme l'Argon.

Cependant, il est théoriquement commun que la symétrie dans le système du double vitrage n'offre pas les meilleures performances acoustiques souhaitées à cause du phénomène de résonnance et la fréquence critique de ce système dans les basses fréquences.

Dans cet exemple, nous avons opté pour le résultat affiché ci-dessous d'un double vitrage symétrique de 3-20-3mm, ayant un Rw = 33 dB (figure 142).

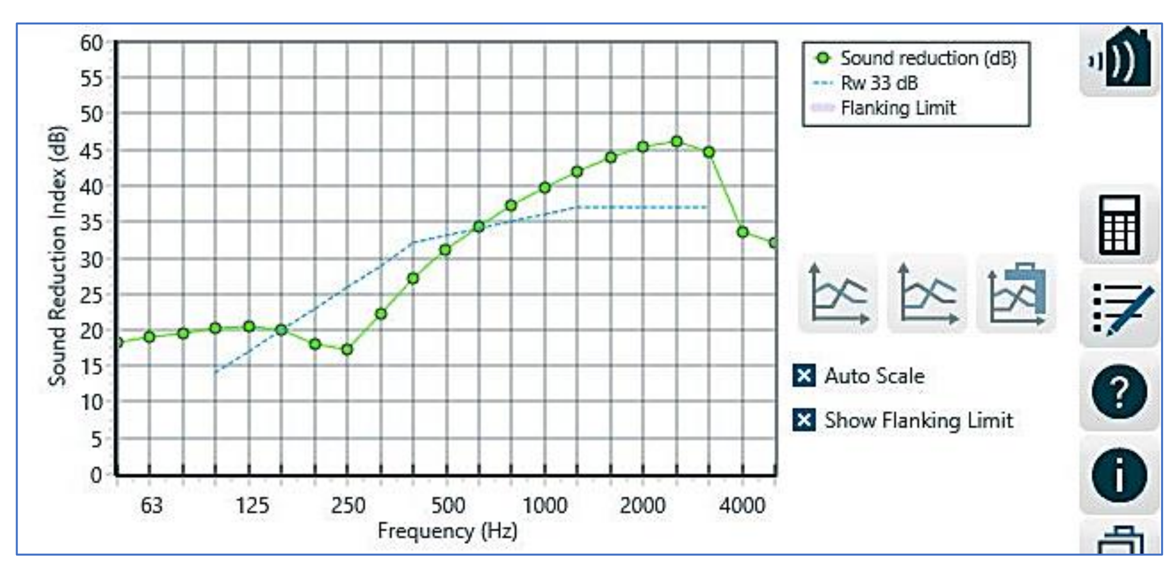


Figure 142 : Performance acoustique d'un double vitrage symétrique 3-20-3mm. Source : INSUL, 2022

Double Vitrage (asymétrique)

Contrairement au double vitrage symétrique, le système asymétrique se compose principalement sur deux panneaux de vitres à épaisseur différent avec un espace central, désigné soit par un vide ou un gaz spécial comme l'Argon. Ce système est le plus recommandé par les constructeurs, les chercheurs et les spécialistes dans le domaine de l'acoustique du bâtiment pour avoir une isolation acoustique adéquate des fenêtres.

Dans l'exemple ci-dessous, nous avons choisi dans le logiciel INSUL, un système de double vitrage asymétrique de 6-20-10mm, avec un espace central rempli de l'Argon, pour avoir une réduction de bruit Rw = 38 dB (figure 143).

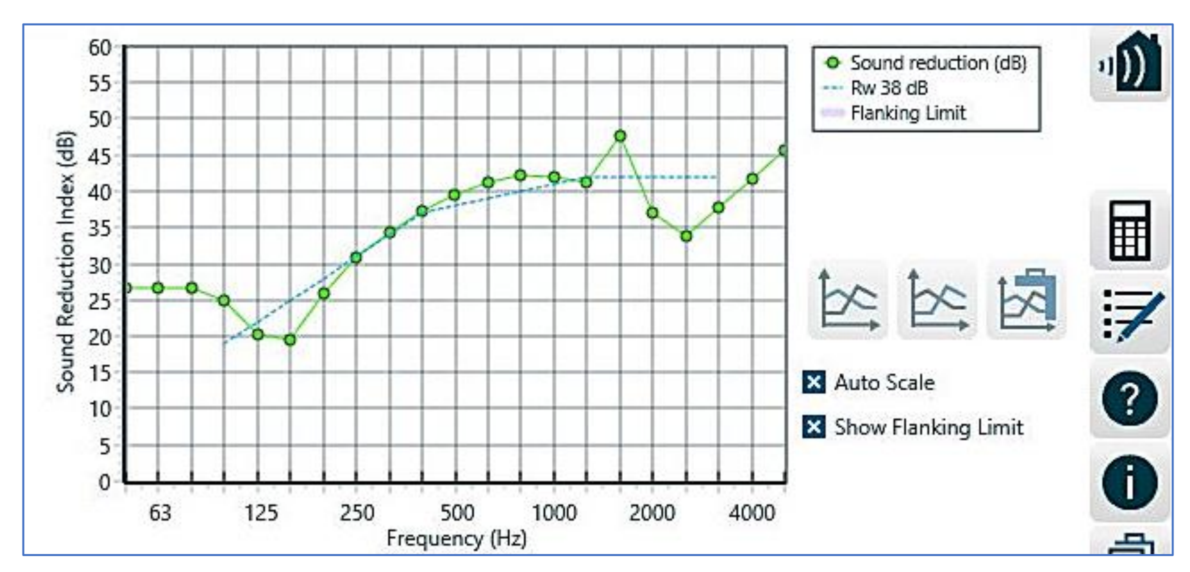


Figure 143 : Performance acoustique du double vitrage asymétrique de 6-20-10mm. Source : INSUL, 2022

2.4.2. Performance acoustique de la partie opaque

En ce qui concerne les parties opaques au niveau de la façade d'un bâtiment, c'est-à-dire la partie dure représentée par le mur, afin de réduire la transmission des bruits aériens entre des pièces adjacentes, il est nécessaire de prêter attention à trois séries de paramètres :

- La masse et la nature du matériau.

- La fréquence du bruit émis
- Les transmissions latérales et parasites

Paroi simple

Les parois simples sont constituées d'un seul matériau. Leurs performances acoustiques varient selon la nature et la masse surfacique de ce matériau. Plus la paroi est lourde et épaisse, meilleur sera l'affaiblissement acoustique.

Dans la plupart des constructions en Algérie, les maitres d'ouvrages s'orientent vers l'utilisation des systèmes constructifs de portiques de poteaux et poutres en béton armé ordinaire vu ses caractéristiques mécaniques et sa forte résistance aux séismes, avec un remplissage des parois séparatifs en brique. Dans l'exemple choisi ci-dessous, nous avons choisi un mur homogène en béton armé de 200mm et 300mm d'épaisseur, ayant un indice d'affaiblissement acoustique R_w de 62 dB et R_w de 68 dB (figure 144 et 145).

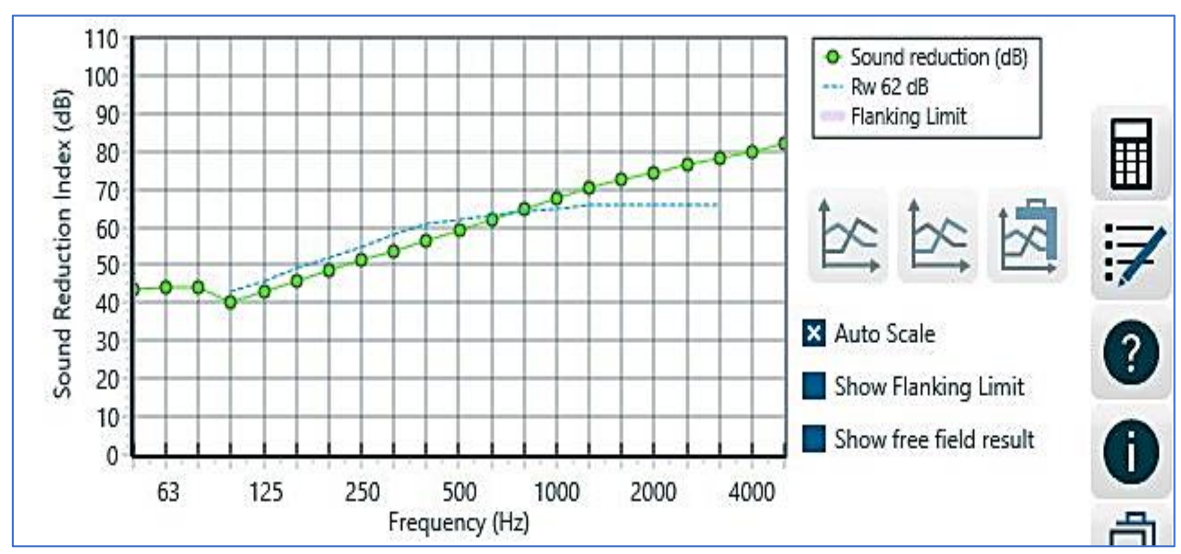


Figure 144 : Performance acoustique d'un mur en béton de 200mm. Source : INSUL, 2022

Double paroi

Les parois en double sont constituées principalement de deux couches de matériaux séparés par une lame d'air ou un matériau isolant qui empêche et réduit les transmissions acoustiques, de manière d'où la première paroi joue le rôle de masse, en réfléchissant une partie d'onde sonore. Cette dernière passe vers la cavité centrale où l'isolant réagit en tant qu'amortisseur et absorbe une grande partie de l'onde sonore, qui à son tour passe aux deuxièmes parois et qui sera réfléchit également et atténuée dans le local adjacent.

L'obtention d'un indice d'affaiblissement acoustique élevé pour une double paroi, il est recommandé d'employer un isolant acoustique de nature souple et fibreux à une épaisseur importante, et de veiller à la nature et la masse surfacique des parois. Dans les exemples suivants, nous avons mis en évidence des dispositions techniques recommandées des parois en utilisant différents matériaux isolants.

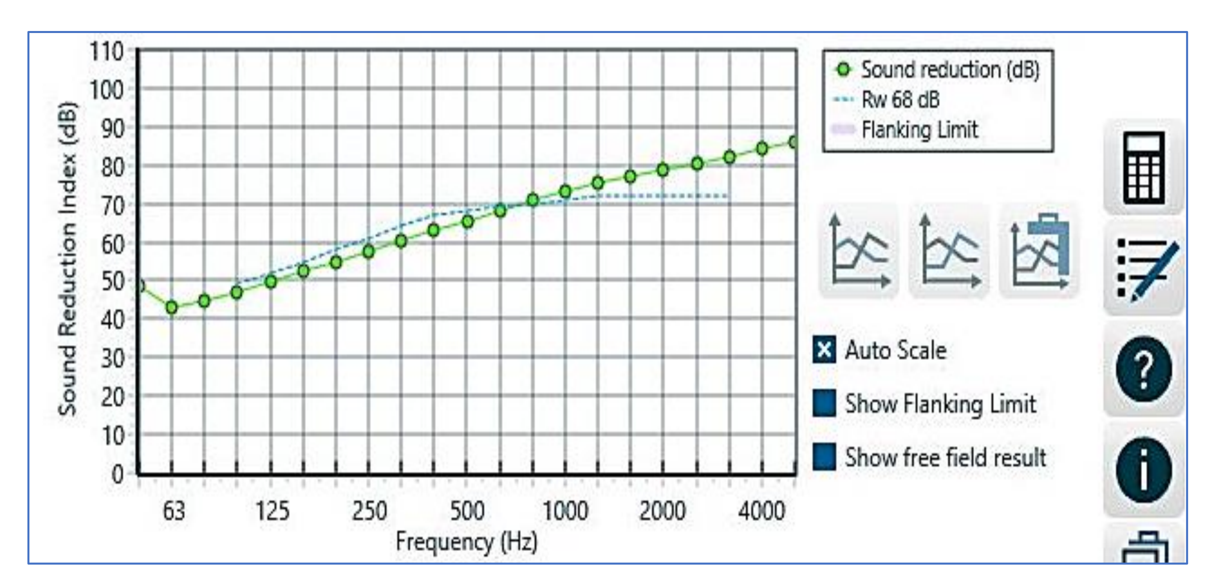


Figure 145 : Performance acoustique d'un mur en béton de 300mm. Source : INSUL, 2022

La première disposition est réalisée à travers deux parois en briques de 15 et 10cm d'épaisseur, en ajoutant une plaque de liège de 15cm sur la partie intérieure de la paroi, pour nous donner un indice R_w de 66 dB (figure 146).

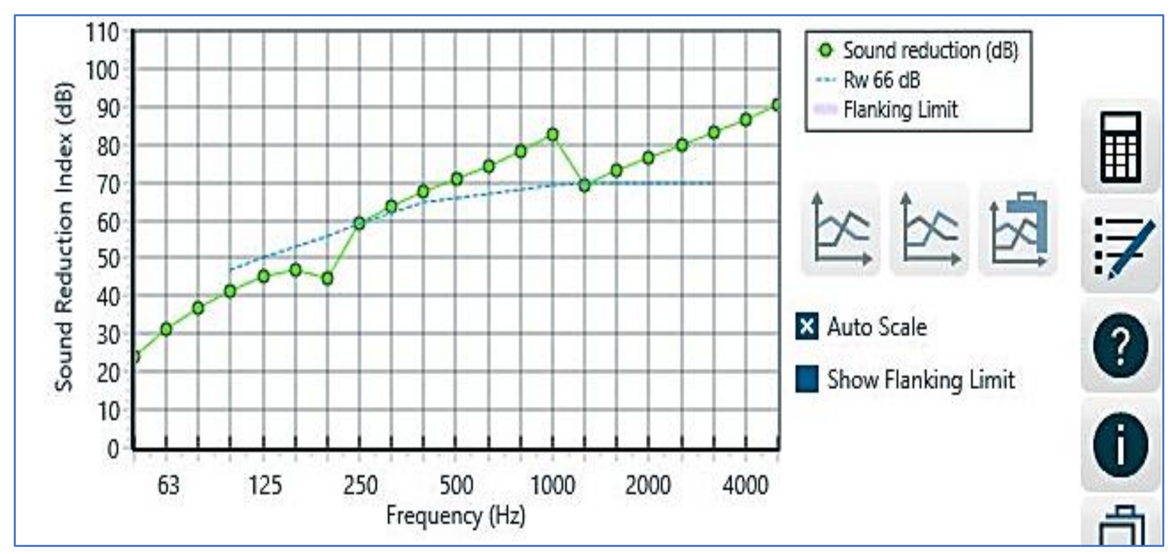


Figure 146 : Performance acoustique du mur en brique et plaque de liège de 15cm (INSUL, 2022)

La deuxième recommandation consiste d'un mur composé de deux parois en briques de 15cm et 10cm de l'extérieur et l'intérieur, avec un isolant de 5cm en laine de verre semi rigide impliquée sans liaison entre les deux parements. Cette composition nous donne un indice R_w de 80 dB (figure 147).

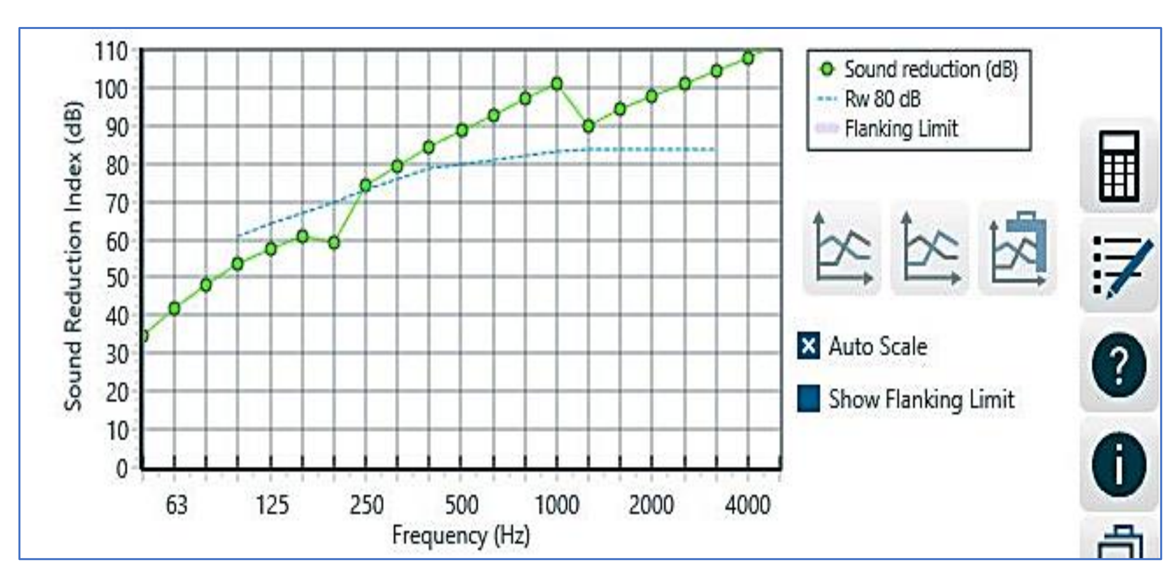


Figure 147 : Performance acoustique de mur en brique et laine de verre semi rigide de 5cm (INSUL, 2022)

La troisième recommandation est une solution technique moins commune dans le domaine de l'isolation acoustique, car elle s'intègre sous la catégorie de triples parois. Elle s'agit d'avoir cinq couches représentées en deux parois en brique de 15 et 10cm d'épaisseur avec une lame d'air central, un isolant de 10cm en laine de verre ainsi qu'une paroi de 10cm en béton. Cette composition murale nous permet d'avoir un indice d'affaiblissement très important de R_w = 94 dB (figure 148).

L'inconvénient potentiel de cette solution peut apparaitre sur le coût des matériaux utilisés et l'épaisseur finale du mur qui fait 50cm, et cela peut nous faire rappeler des constructions traditionnelles en pierre taillée qui basent sur le principe de la loi de masse.

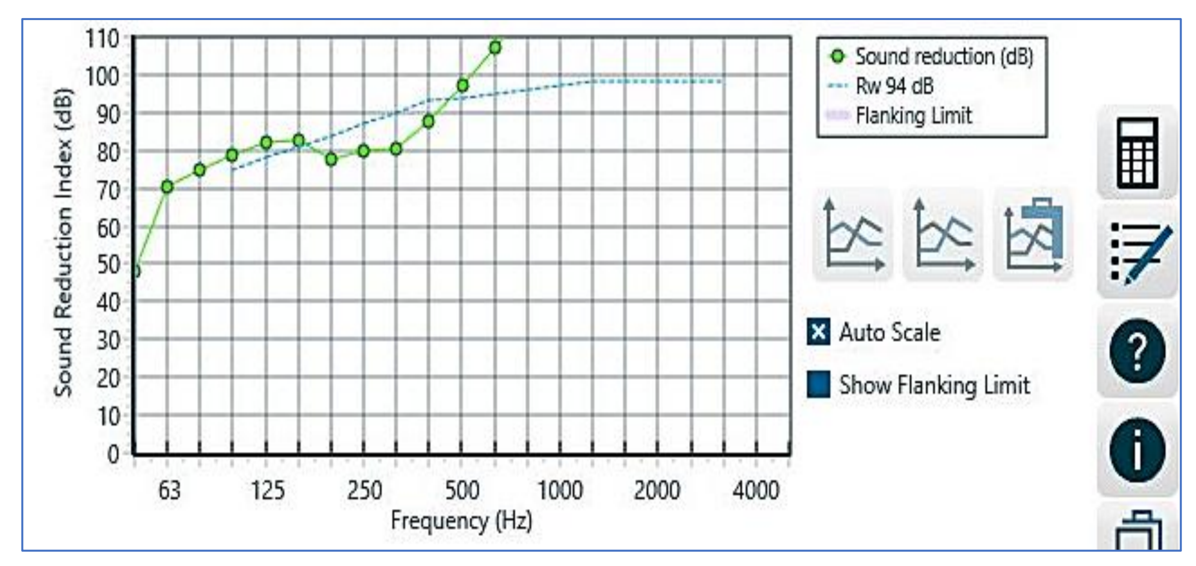


Figure 148 : Performance acoustique de mur en brique, avec la laine de verre de 10cm et un panneau de 10cm de béton. Source : INSUL, 2022

2.5.Isolation acoustique entre logement

Que ce soit entre deux logements mitoyens ou entre deux chambres du même appartement, le bruit aérien et le bruit d'impact sont transmis principalement de manière directe en horizontale (à travers les murs) ou en verticale (à travers les planchers).

C’est dans cet esprit que la réglementation acoustique, les constructeurs et les spécialistes dans le domaine de l’isolation acoustique doivent prêter attention dès le début d’un projet neuf au problème du bruit traversant les parois de séparation horizontale, en intégrant des matériaux isolants dans la dalle, les plafonds suspendus, ou en désolidarisant la structure pour éviter les transmissions latérales.

Cependant, l’amélioration de l’isolation acoustique d’un plancher qui appartient un bâtiment ancien existant rend l’opération de rénovation plus délicate et sensible en raison de l’occupation permanente des usagers, l’enveloppe financière d’un projet de rénovation lourde et la difficulté de réalisation de travaux si le bâtiment possède un héritage historique (figure 149).



Figure 149 : Vue sur le système d'ossature en tunnel en béton armé. Source : Auteur, 2022

2.5.1. Performance acoustique d’un plancher simple

Dans le premier exemple appliqué par le logiciel INSUL, nous avons choisi un plancher de 20cm en béton, conformément aux tendances constructives en Algérie, où les maitres d’ouvrages, selon le type de projet à réaliser (à usage d’habitation, à usage de bureaux, ERP, hôpitaux) choisissent d’utiliser un système constructif par ossatures en tunnel (figure 149) où les dalles et les planchers sont entièrement en béton armé ordinaire.

Le résultat final a indiqué qu’un plancher en béton nous donne un indice d’affaiblissement de bruit de chocs Ln, w de 71 dB (figure 150).

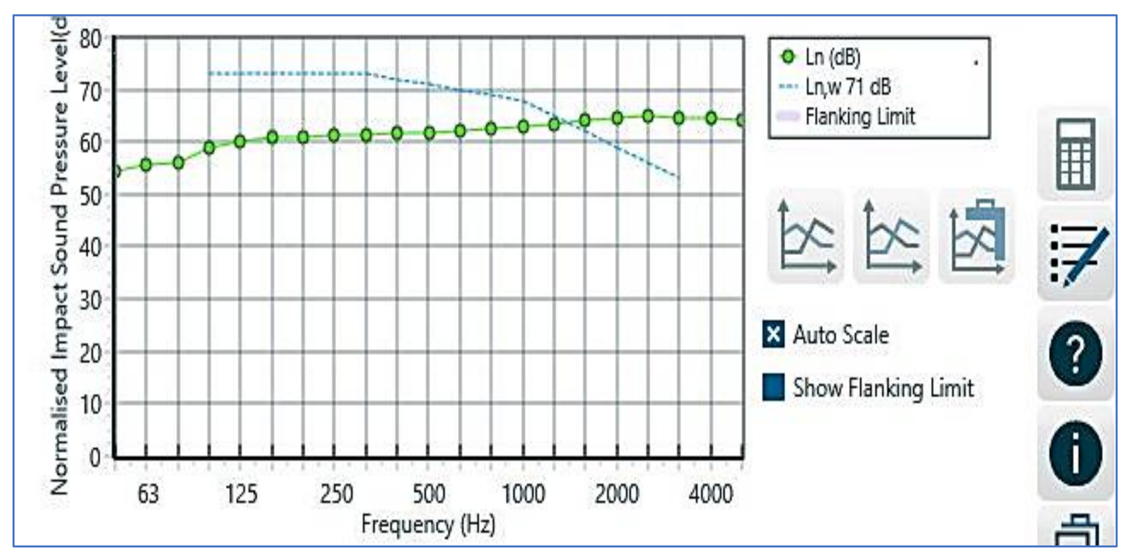


Figure 150 : Performance acoustique d'un plancher en béton de 20cm. Source : INSUL, 2022

2.5.2. Performance acoustique d'un plancher composé

D'autres solutions techniques impliquent l'amélioration des caractéristiques acoustiques des planchers vis-à-vis le bruit de chocs à travers l'utilisation d'un plancher à faux plafond suspendu ou un plancher composé de plusieurs couches.

Le premier exemple montre l'emploi d'un plancher composé d'une couche de 20cm en béton, de 10cm de la laine de verre semi rigide, recouvrée par une plaque de plâtre de 10cm, nous donne un indice plus au moins faible et modeste $L_{n,w}$ de 46 dB (figure 151).

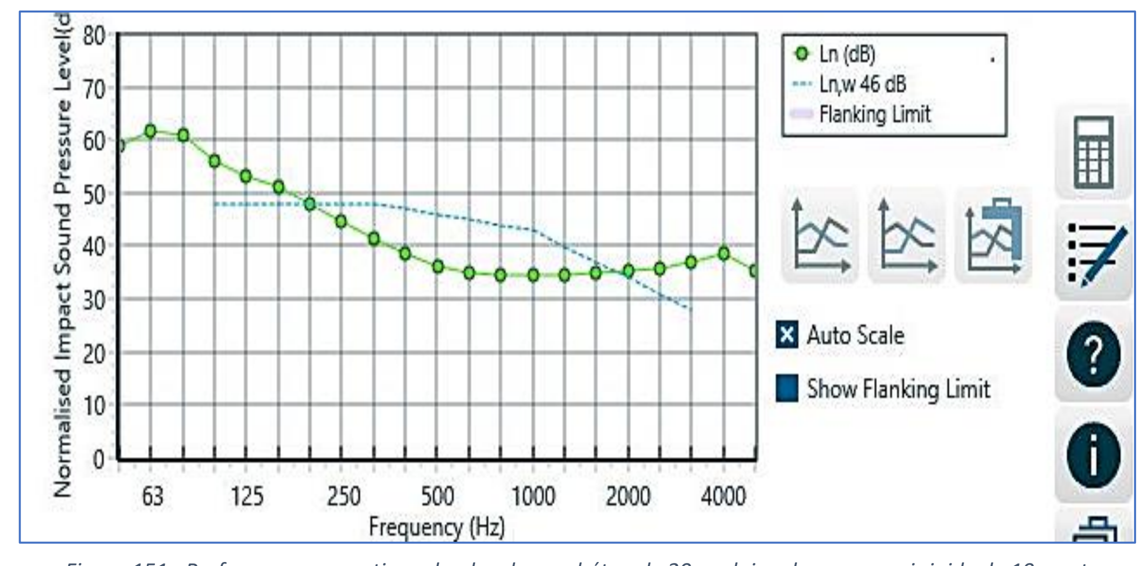


Figure 151 : Performance acoustique du plancher en béton de 20cm, laine de verre semi rigide de 10cm et panneau de plaque de plâtre de 10cm suspendu. Source : INSUL, 2022

Pour l'exemple suivant, nous avons choisi de créer une cavité entre les deux parois en éliminant l'isolant de la laine de verre semi rigide, en suivant l'amélioration de l'indice d'affaiblissement de bruit de chocs en fonction de la réduction de l'épaisseur de cette cavité de 20cm, 10cm et à 5cm, respectivement. Les indices $L_{n,w}$ qui en résultent sont 55, 59 et 64 dB.

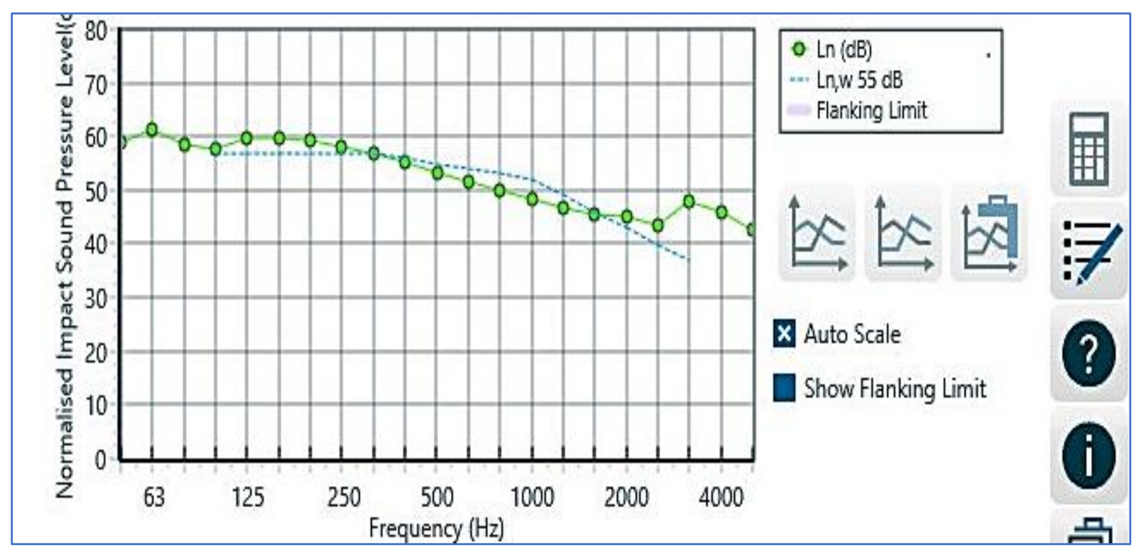


Figure 152 : Performance acoustique du plancher en béton de 20cm, lame d'air de 20cm et un panneau de plaque de plâtre de 1cm suspendu. Source : INSUL, 2022

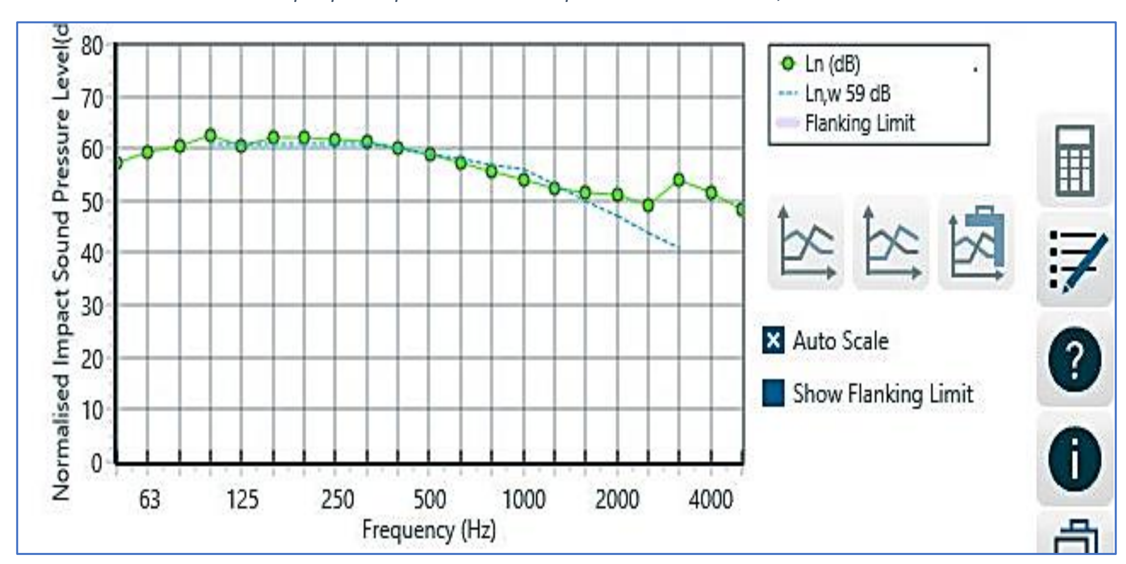


Figure 153 : Performance acoustique du plancher en béton de 20cm, lame d'air de 10cm et un panneau en plaque de plâtre de 1cm suspendu. Source : INSUL, 2022

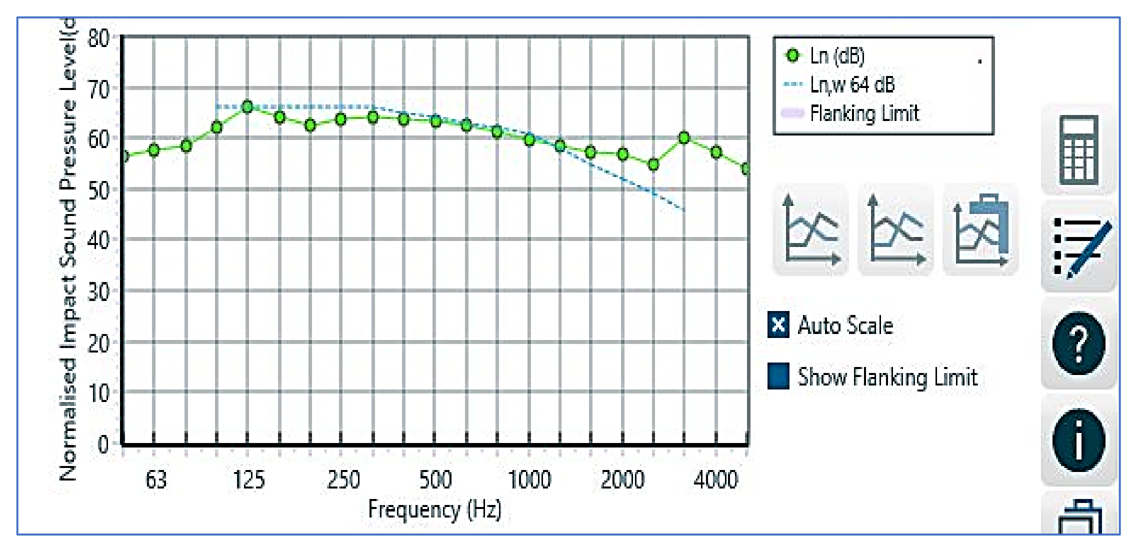


Figure 154 : Performance acoustique du plancher en béton de 20cm, lame d'air de 5cm et un panneau de plaque de plâtre de 1cm suspendu. Source : INSUL, 2022

Conclusion

En résumé, nous avons essayé dans ce chapitre de mettre en place une corrélation entre les variable de la recherche, notamment la nuisance sonore dû au bruit routier, la perception sonore des habitants interrogés en valorisant leurs opinions sur leurs vécu quotidien, ainsi que l'isolation acoustique des façades des logements qu'ils occupent, en questionnant leurs capacité à réduire les bruits venus de l'extérieur à travers l'élément le plus faible de la façade la plus exposée à ce type de bruit, similairement aux travaux scientifiques de (CASINI et al., 2016) ; (Mediastika et al., 2018) ; (Alonso et al., 2020).

Il est apparu qu'en grande partie de niveau de gêne sonore des occupants des logements étudiés au niveau de la cité résidentielle Champs de Manœuvre (CDM) est fortement liée aux niveaux sonores émis principalement par le passage des véhicules sur les segments routiers I, II et IV et le comportement injustifié des chauffeurs (klaxon, accélération, freinage brusque), surtout en période estivale (Juin et Juillet), au moment où les nuisances sonores extérieures rendent l'ouverture des fenêtres moins attrayante et presque impossible. Par conséquent, les occupants des bâtiments, lorsqu'ils en ont les moyens, ont tendance à fermer les fenêtres et à utiliser la climatisation.

Cependant, même fermées, les fenêtres dotées de faible vitrage et d'une étanchéité à l'air réduite n'ont pas l'isolation acoustique suffisante pour atténuer assez de bruit afin de gagner sur un confort auditif souhaité, et c'est dans cette esprit que l'intervention sur ces éléments critiques à travers l'application de la théorie de la loi de masse, l'augmentation de l'épaisseur du vitrage et le scellement des trous potentiels pour empêcher les transmissions parasites a donné des résultats remarquables en terme de l'indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré R'w, et conformes aux documentations conventionnelles.

Par ailleurs, l'ensemble de cette troisième partie qui a englobé l'analyse et la discussion des résultats obtenues d'après les investigations qualitatives et quantitatives, ainsi que les résultats de l'opération de la rénovation acoustique constitue un fondement pratique et technique qui nous a aidé à comprendre d'un part les phénomènes acoustiques et d'autre part à évaluer les performances acoustiques de l'élément le plus faible de la façade la plus exposée aux nuisances sonores extérieures.

Dans un premier temps, nous avons dénoté d'après les résultats de l'investigation qualitative suivant l'établissement des enquêtes sociales auprès des habitants de la cité Champs de Manœuvre, que plus de 60% des occupants se sont des propriétaires des logements de type F3, situés dans les niveaux inférieurs du bâtiment, et les pièces habitables donnent généralement sur la route en face, ce qui engendre par conséquent que 4/5 d'entre eux subissent de bruit extérieur, notamment dû à la circulation routière.

De plus, l'enquête sociale nous a permis de surligner que d'environ 60% des habitants sont inconscients des effets néfastes que l'exposition journalière à un bruit élevé peut provoquer sur la santé humaine, ainsi que leur ignorance de l'existence de la réglementation acoustique nationale.

Dans un deuxième temps, il est observé depuis les résultats de l'investigation quantitative, entamée à travers les campagnes de mesurage acoustique, menées au sein de cette cité, que soit durant la période hivernale ou estivale, le niveau sonore du bruit routier enregistré sur les 20 stations de mesure dépasse le seuil de 70 dB, admis dans le décret exécutif n° 93-184 du 27 juillet 1993, relatif à la réglementation acoustique algérienne, ainsi que le seuil de 55 dB

recommandé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), ce qui rend par conséquent, la périphérie de la cité résidentielle CDM polluée acoustiquement.

Dans un troisième temps, l'opération de la rénovation acoustique effectuée concrètement au sein d'une chambre, jugée comme la pièce la plus exposée au bruit routier dans le logement 01, nous a montré l'importance d'intervenir sur place et d'offrir des solutions de remède simples, mais qui conviennent mieux avec les attentes du propriétaire (faisables, financièrement accessibles) en terme du confort.

Le scénario numérisé à l'aide de logiciel numérique INSUL : Sound Insulation Prediction Software, a été mené pour en fait valider les résultats de l'opération de la rénovation acoustique en premier lieu, ainsi qu'à terminer l'opération sur les éléments inaccessibles, en focalisant sur les trois éléments (fenêtres – murs – planchers) à isoler contre le bruit aérien, dans une démarche qui consiste à donner des valeurs réelles des performances acoustiques des éléments testés au laboratoire.

Cette procédure peut aider les acteurs responsables de la construction à utiliser les solutions techniques en rénovation, les matériaux constructifs nécessaires et aptes à opposer le bruit aérien, notamment dans les constructions neuves, dans le but de donner plus d'attention au confort acoustique dans les bâtiments à usage d'habitation, qui permet par conséquent aux occupants d'avoir un cadre de vie sain et agréable.

CONCLUSION GENERALE ET FUTURES PERSPECTIVES

Nous rappelons d'abord que la mission principale de cette recherche était d'essayer de répondre aux questions de la problématique posée, à travers la mise en place d'un travail de terrain, conforme à la littérature de recherche trouvée sur le sujet abordé, et validé par le logiciel de prédiction INSUL.

Cette étude appliquée à la cité Champs de Manœuvre à Guelma, constitue une contribution à la possibilité de l'état de lutter contre les nuisances sonores sous un angle préventif. Elle vise la promotion de l'application de la réglementation acoustique nationale, dans laquelle des seuils de niveaux sonores sont fixés, pour favoriser la préservation de la tranquillité publique dans l'environnement extérieur et intérieur, et la production des logements collectifs ayant un confort acoustique agréable, atteint via l'emploi des matériaux et des systèmes constructifs et d'une menuiserie performante en termes d'isolation.

L'optimisation du confort acoustique des logements collectifs existants par des opérations de rénovation, s'appuie sur la mise en œuvre des solutions de remède, réalisables et accessible en matière du coût, appliquées particulièrement aux éléments susceptibles de présenter des performances acoustiques faibles, en termes d'isolation vis-à-vis le bruit extérieur.

En premier temps, nous nous sommes appuyés sur la richesse en informations détaillées dans la première partie théoriques, qui a consisté de mettre en évidence l'aspect de l'habitat en Algérie, et le problème de la production en masse sans qualité, ainsi que toutes les notions primaires sur le son, le bruit et l'acoustique de bâtiment, y compris les différentes définitions des indicateurs et descripteurs de bruit utilisés pour le caractériser. Cela, nous a permis de bien comprendre l'enjeu de bruit et comment l'évaluer, à travers la lecture approfondie des différents travaux scientifiques, documents techniques, livres et normes internationales.

En deuxième lieu, nous avons entamé l'analyse du milieu physique par les deux approches méthodiques, en employant plusieurs outils et instruments afin de qualifier et quantifier le bruit perçu dans l'environnement immédiat des batiments résidentiels de la cité de Champs de Manœuvre. Nous avons établi une enquête sociale auprès de 140 habitants qui ont accepté de collaborer et de participer à cette enquête, en répondant à un questionnaire clair, qui se compose de quatre rubriques, contenant des variables qualitatives. Cette étape a offert la possibilité de collecter les avis des habitants envers les nuisances sonores qu'ils subissent à l'extérieur et à l'intérieur de leurs logements.

Pour confirmer leurs opinions, des campagnes de mesurage acoustique à l'aide des outils nécessaires comme le sonomètre et l'application NoiseCapture, ont été obligatoirement effectuées pendant quatre mois (deux mois en hiver et deux mois en été) suivant un protocole bien défini selon la littérature de recherche, pour un mesurage qui a duré trois jours par une semaine. Cette dernière phase, était indispensable pour déterminer les zones noires, à travers la création des cartes stratégiques du bruit à l'aide du logiciel de prédiction SoundPlan, où le bruit perçu est fortement émis par les moyens de transport (bruit routier), et qui a affecté par conséquent trois logements, choisi pour l'investigation dans les cas les plus défavorables.

Les résultats de ces campagnes de mesurages ont montré que le logement 01 situé au bâtiment de bloc 14 était le plus affecté par le bruit routier, avec un niveau sonore continu équivalent pondéré moyen $LA_{eq,10min}$ de 74 dB en période diurne, un niveau pareil qui a dépassé les seuils recommandés par les réglementations en vigueur peut provoquer grandement une gêne auditive et peut présenter aussi une atteinte à la qualité de vie des habitants.

En phase suivante, nous avons opté pour une expérimentation sur le logement endommagé, en établissant un scénario réel de travaux de rénovation acoustique sur l'élément le plus faible qui est la fenêtre, contre les bruits aériens extérieurs, en focalisant sur l'augmentation de l'épaisseur de vitrage, l'étanchéification de châssis par un joint de calfeutrement et le scellement des côtés de la persienne en aluminium existante par une matière isolante.

Malgré la simplicité des actions proposées, mais c'étaient des solutions fondées sur les notions de base de l'acoustique du bâtiment, ces solutions ont aidé à réduire le bruit jusqu'à 40 dB, avec l'utilisation d'un vitrage de 6mm d'épaisseur qui avait un indice d'affaiblissements acoustique apparent R' de 33 dB (-2, -4), face un vitrage ancien de 2mm d'épaisseur qui avait un R'w de 27 dB (-4 ; -6). Avec tell résultats, nous pouvons estimer aussi dans un contexte scientifique, que l'utilisation de l'application NoiseCapture, avec un calibrage défini et une utilisation correcte, est judicieux, vu que les valeurs trouvées correspondent avec les valeurs indiquées dans les guides et manuels techniques conventionnels des éléments de façade, comme le vitrage.

Ce qui a été observé également derrière cette étude, c'est que les bâtiments résidentiels de la cité Champs de Manœuvre sont implantés d'une manière directe face au réseau routier, ce qui rend les façades plus susceptibles de subir une pollution sonore inacceptable.

Par la suite, nous pouvons donner depuis un point de vue architecturale, d'autres solutions rationnelles, sous un angle préventif, qui aident à atténuer les niveaux du bruit :

Jouer sur la disposition spatiale des pièces dans le logement, en mettant les pièces de repos sur la façade non exposée au bruit.

Créer des zones tampons avec des espaces intermédiaires dans le logement peut réduire la propagation du bruit.

Les façades végétalisées ou à coursives ont un effet positif sur la réduction de la transmission du bruit de l'extérieur vers l'intérieur.

Orienter le bâtiment d'une manière judicieuse peut jouer un rôle important dans la propagation du bruit environnemental et sa perception par l'occupant.

S'éloigner de la source sonore peut réduire le bruit jusqu'à 15 dB.

Implanter des dispositifs techniques comme les doubles fenêtres, les persiennes en PVC, les entrées d'air acoustique et les écrans anti-bruit sont tous des solutions favorables, qui aident à atténuer le bruit aérien extérieur.

Au final, la mise en considération de l'aspect acoustique par le gouvernement dans le domaine de la construction des logements collectifs, et dans l'enjeu de protection de l'environnement extérieur, représente une phase à importance élevée, inscrite au cadre de la lutte contre la pollution sonore, dans le but d'offrir aux citoyens, et aux habitants un confort auditif adéquat, qui permet de garder un cadre de vie agréable.

L'étude présentée dans cette thèse ouvre également de nouvelles perspectives de recherche dans le domaine de l'acoustique du bâtiment, nous citons entre autres :

S'orienter vers la mise à niveau de la réglementation nationale de la lutte contre les nuisances sonores, en termes de l'emploi de nouveaux descripteurs de bruit (indicateurs énergétiques et événementiels).

Diviser le cadre réglementaire en fonction des zones (urbaines, résidentielles, industrielles) et les types de locaux (bâtiments à usage d'habitation, bureaux, commerce, industrie).

Favoriser l'octroi et l'utilisation des logiciels de prédiction et de simulation acoustique.

Généraliser l'élaboration des cartes stratégiques du bruit sur l'échelle urbaine et régionale, pour identifier les zones bruyantes.

Adopter des approches pertinentes pour l'isolation acoustique dans les habitations neufs, pour assurer le rapport quantité/ qualité.

Développer des matériaux et des systèmes constructifs innovants pour réduire les bruits d'impact, afin de limiter les conflits sociaux dû au bruit de voisinage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ouvrages (livres, rapport, manuels, guides, normes)

AFNOR. (1996). NF S31-010 Acoustique—Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement—Méthodes particulières de mesurage. Afnor EDITIONS. https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-s31010/acoustique-caracterisation-et-mesurage-des-bruits-de-lenvironnement-methode/fa043150/296

Agency, E. E. (2020). Environmental noise in Europe—2020—European Environment Agency [Publication]. EEA. https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe

ASSELINEAU, M. (2015). Building Acoustics. Taylor & Francis.

Association of Noise Consultants. (2020). MEASUREMENT OF SOUND LEVELS IN BUILDINGS ANC Guidelines [Guide].
https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:3_IilXri2WIJ:https://www.association-of-noise-consultants.co.uk/wp-content/uploads/2019/12/ANC-Measurement-of-Sound-Levels-in-Buildings-v1.0-June-2020.pdf+&cd=15&hl=fr&ct=clnk&gl=dz

BALANANT, N. (2018). Rénovation : Améliorer l'acoustique des logements collectifs - Guide acoustique et rénovation. Association Qualitel. https://www.bruit.fr/ressources-telechargeables/renovation-ameliorer-l-acoustique-des-logements-collectifs-guide-acoustique-et-renovation

BERGLUND, B., LINDVALL, T., SCHWELA, D. H., & TEAM, W. H. O. O. and E. H. (1999). Guidelines for community noise. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217

BIES, D. A., HANSEN, C. H., & HOWARD, C. Q. (2018). Engineering noise control (Fifth edition). CRC Press, Taylor & Francis Group.

CERTU. (2003). ISOLATION ACOUSTIQUE DES FAÇADES Guide technique et administratif. studylibfr.com. https://studylibfr.com/doc/2909693/isolation-acoustique-des-façades-guide-technique-et-admin...

DEBBY WUYTS. (s. d.). Formation Bâtiment durable : Acoustique : conception et mise en œuvre - Isolation acoustique des façades. Consulté 27 juillet 2022, à l'adresse https://docplayer.fr/30933880-Formation-batiment-durable-acoustique-conception-et-mise-en-oeuvre.html

DEPARTMENT OF TRANSPORT: Welsh Office. (1988). Calculation of road traffic noise. H.M.S.O.

HAMAYON, L. (2008). Comprendre simplement l'acoustique des bâtiments. Le Moniteur Editions. France.

Ipsen, E., & Rasmussen, M. L. (2008). Acoustic Design: Sound of Architecture. Danoline.
ISO. (2016). ISO 16283-3:2016. ISO.
https://www.iso.org/cms/render/live/fr/sites/isoorg/contents/data/standard/05/97/59748.html
ISO. (2017). ISO 12354-3:2017. ISO.
https://www.iso.org/cms/render/live/fr/sites/isoorg/contents/data/standard/07/02/70244.html
ISO. (2020). ISO 717-1:2020. ISO.
https://www.iso.org/cms/render/live/fr/sites/isoorg/contents/data/standard/07/74/77435.html

LAROUSSE, É. (s. d.). Définitions : Rénovation - Dictionnaire de français Larousse. Consulté 29 juin 2022, à l'adresse https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/r%C3%A9novation/68239

MARTIN, R. & GAUTHIER, M. (2018). Meilleures pratiques d'aménagement pour prévenir les effets du bruit environnemental sur la santé et la qualité de vie : Guide. Institut national de santé publique du Québec.

MEISSER, M. (1974). La Pratique de l'acoustique dans le bâtiment. Eyrolles.

OMS. (2011). Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe (Frank Theakston, Éd.). World Health Organization, Regional Office for Europe.

OMS. (2019). Environmental noise guidelines for the European Region. Environmental Noise Guidelines for the European Region. https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563

PASCALE, M. (2015). Techniques du bâtiment : Isoler et revêtir les façades. Techniques de l'Ingénieur. https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/construction-et-travaux-publics-th3/techniques-du-batiment-isoler-et-revetir-les-facades-43811210/

QUALITEL. (2018). Améliorer l'acoustique dans les logements https://www.qualitel.org/professionnels/actualites/ameliorer-acoustique-logements-nouveau-guide-qualitel/

RAPIN, J.-M. (2017). L'acoustique du bâtiment : Manuel professionnel d'entretien et de réhabilitation. Eyrolles.

RASMUSSEN, B. (2019). Sound insulation between dwellings: Comparison of national requirements in Europe and interaction with acoustic classification schemes. 8. https://doi.org/10.18154/RWTH-CONV-239983

RASMUSSEN, B., & MACHIMBARRENA, M. (2014). Building acoustics throughout Europe Volume 1: Towards a common framework in building acoustics throughout Europe (Vol. 1).

RINDEL, J. H. (2018). Sound insulation in buildings. CRC Press.

Saint, G. (s. d.). Guide ISOVER de l'isolation phonique et acoustique. SAINT-GOBAIN. Consulté 24 juin 2022, à l'adresse https://www.isover.fr/guides/isolation-acoustique/guide-de-lisolation-phonique

SAINT, G. (2012). Introduction à l'acoustique du bâtiment. http://www.aldeau.com/description_ouvrage.php?id=36

SIMONIN-ADAM, C. (2002). Acoustique et réhabilitation : Améliorer le confort sonore dans l'habitat existant. Eyrolles.

SIMONS, M. W., & WATERS, J. R. (2008). Sound Control in Buildings: A Guide to Part E of the Building Regulations. John Wiley & Sons.

U.S. Federal Highway Administration. (2018). Noise Measurement Handbook (FHWA-HEP-18-065; p. 205). https://www.trb.org/Main/Blurbs/178011.aspx

VERITAS, B., & DUCAMP, L. (2015). Isolation thermique et acoustique des bâtiments : Réglementations, produits, mise en œuvre. Ed. le moniteur.

VIGRAN, T. E. (2008). Building Acoustics. CRC Press.

VITTONE, R. (2010). Bâtir : Manuel de la construction. PPUR Presses polytechniques.

WANG, L. K., PEREIRA, N. C., & HUNG, Y.-T. (2007). Advanced Air and Noise Pollution Control : Volume 2 (Vol. 2). Springer Science & Business Media.

WHO. (2018). Environmental Noise Guidelines for the European Region (2018). https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/publications/2018/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018

WILLIAMS, R., BACHMANN, T., BLOKLAND, G. VAN, FINGERHUT, H.-P., HAMET, J.-F., SANDBERG, U., & TAYLOR, N. (1998). Bruit de contact pneu-chaussée : Etat de l'art. Acoustique & techniques, 15, 17-31.

POIRRIER, F. (2012). Formule de Sabine Conseils acoustique Besançon—Sabine equation. Conseil acoustique. http://conseils-acoustique.com/index.php/formule-de-sabine

ROSSING, T. D. (Éd.). (2014). Springer handbook of acoustics (2nd ed). Springer.

2. Production universitaires (articles, thèses de doctorat, mémoire de magister)

ABDMOULEH, M. A., & DAHECH, S. (2020). Cartographie de la pollution sonore dans l'agglomération de Sfax. 7.

ALAM, P., AHMAD, K., KHAN, A. H., KHAN, N. A., & DEHGHANI, M. H. (2021). 2D and 3D mapping of traffic induced noise near major roads passing through densely populated residential area of South Delhi, India. PLOS ONE, 16(3), e0248939. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248939

ALONSO, A., PATRICIO, J., SUÁREZ, R., & ESCANDÓN, R. (2020). Acoustical retrofit of existing residential buildings: Requirements and recommendations for sound insulation between dwellings in Europe and other countries worldwide. Building and Environment, 174, 106771. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106771

ALONSO, A., SUÁREZ, R., PATRICIO, J., ESCANDÓN, R., & SENDRA, J. J. (2021). Acoustic retrofit strategies of windows in facades of residential buildings: Requirements and recommendations to reduce exposure to environmental noise. Journal of Building Engineering, 41, 102773. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102773

BAKKEL, A. (2022). التلوث الضوضائي في القانون الجزائري. Algerian Journal of Law and Political Science, 7(1), 534-543. https://www.asjp.cerist.dz/en/article/189770

BARRIGON MORILLAS, J. M., Gómez Escobar, V., Méndez Sierra, J. A., Vílchez Gómez, R., & Trujillo Carmona, J. (2002). An environmental noise study in the city of Cáceres, Spain. Applied Acoustics, 63(10), 1061-1070. https://doi.org/10.1016/S0003-682X(02)00030-0

BARRIGÓN MORILLAS, J. M., Gómez Escobar, V., Méndez Sierra, J. A., Vílchez-Gómez, R., Vaquero, J. M., & Trujillo Carmona, J. (2005). A categorization method applied to the study of urban road traffic noise. The Journal of the Acoustical Society of America, 117(5), 2844-2852. https://doi.org/10.1121/1.1889437

BARRIGÓN MORILLAS, J. M., Montes González, D., & Rey Gozalo, G. (2016). A review of the measurement procedure of the ISO 1996 standard. Relationship with the European Noise Directive. Science of The Total Environment, 565, 595-606. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.207

BEGOU, P., KASSOMENOS, P., & KELESSIS, A. (2020). Dataset on the road traffic noise measurements in the municipality of Thessaloniki, Greece. Data in Brief, 29. https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105214

BELAYAT, N. B. (2009). Entertainment noise control in Algeria [Ph.D., London Metropolitan University]. https://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.523012

BENLIAY, A., ÖZYAVUZ, M., ÇABUK, S., & GUNES, M. (2019). Use of noise mapping techniques in urban landscape design. Journal of Environmental Protection and Ecology, 20, 113-122.

BERGERON, A., & MONTREAL, C. du V. (2000). La rénovation des bâtiments. Presses Université Laval.

BIGERT, C., BLUHM, G., & THEORELL, T. (2005). Saliva cortisol – a new approach in noise research to study stress effects. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 208(3), 227-230. https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2005.01.014

BLUHM, G., & ERIKSSON, C. (2011). Cardiovascular effects of environmental noise: Research in Sweden. Noise and Health, 13(52), 212. https://doi.org/10.4103/1463-1741.80152

BLUHM, G., NORDLING, E., & BERGLIND, N. (2004). Road traffic noise and annoyance—An increasing environmental health problem. Noise & Health, 6(24), 43-49.

BOCHER, E., PETIT, G., PICAUT, J., FORTIN, N., & GUILLAUME, G. (2017). Collaborative noise data collected from smartphones. Data in Brief, 14, 498-503. https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.07.039

BODIN, T., ALBIN, M., ARDÖ, J., STROH, E., OSTERGREN, P.-O., & BJÖRK, J. (2009). Road Traffic Noise and Hypertension: Results from a Cross-Sectional Public Health Survey in Southern Sweden. Environmental health: a global access science source, 8(1), 38. https://doi.org/10.1186/1476-069X-8-38

BOUCCARA, D., FERRARY, É., & STERKERS, O. (2006). Effets des nuisances sonores sur l'oreille interne. Médecine /sciences, 22(11), 979-984. https://doi.org/10.1051/medsci/20062211979

BOULEMAREDJ, A., & HARIDI, F. Z. (2022). La pollution sonore en Algérie : Le décalage entre le cadre juridique et la réalité. Revue de Droit Public Algérien et Comparé, 8(2), 8-17. https://www.asjp.cerist.dz/en/article/208217

BOUTALEB, D. (2012). Nuisances sonores dans les familles et écoles algériennes : Quelle culture du bruit ? https://www.cahiers.crasc.dz/index.php/ar/%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%B1%D8%A7%D8%B3%D8%A7%D8%AA/32-ecole-famille-quels-modeles-educatifs/142-nuisances-sonores-dans-les-familles-et-%C3%A9coles-alg%C3%A9riennes-quelle-culture-du-bruit

BOUZIR, T. A. K., BERKOUK, D., BOUCHERIT, S., KHELIL, S., MATALLAH, M. E., & ZEMMOURI, N. (2022). Evaluation of Soundscape Variations through the Open Public Spaces in Saharan Cities: A Case of Biskra, Algeria. Environmental Research, Engineering and Management, 78(4), Article 4. https://doi.org/10.5755/j01.erem.78.4.31244

BOUZIR, T. A. K., ZEMMOURI, N., & BERKOUK, D. (2017). Assessment of Noise Pollution in the City of Biskra, Algeria. 11(12), 5.

BOUZIR, T. A. K., ZEMMOURI, N., & BERKOUK, D. (2018). Assessment and analysis of noise pollution in Biskra public gardens (Algeria). AIP Conference Proceedings, 1968(1), 030069. https://doi.org/10.1063/1.5039256

BURATTI, C., MORETTI, E., & VERGONI, M. (2010). Sound insulation performances of windows: Evaluation of the influence of different traffic noise spectra in laboratory and field measurement. In 17th International Congress on Sound and Vibration 2010, ICSV 2010 (Vol. 2, p. 859).

BUTORINA, M., DROZDOVA, L., KUKLIN, D., SHARKOV, A., AREF'EV, K., SOPOZHNIKOV, S., TOPAZH, G., LYAMAEV, B., NAGORNYY, V., SIMONOV, A., & MUHAMETOVA, L. (2019). Implementation of noise data into building information model (BIM) to reduce noise in the environment and at workplace. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 337, 012083. https://doi.org/10.1088/1755-1315/337/1/012083

CAMBRIDGE, J. E., DAVY, J. L., & PEARSE, J. (2020). The sound insulation and directivity of the sound radiation from double glazed windows. The Journal of the Acoustical Society of America, 148(4), 2173-2181. https://doi.org/10.1121/10.0002167

CASINI, D., CELLAI, G., FOGOLA, J., SCAMONI, F., & SECCHI, S. (2016). Correlation between facade sound insulation and urban noise: A contribution to the acoustic classification of existing buildings. Building Acoustics, 23(3), 145-158. https://doi.org/10.1177/1351010X16670173

CHATILLON, J. (2011). Perception des infrasons. Acoustique et Techniques, 67, 4-10. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00743497

COLLINS, A. & OVIASOGIE. (2019). Noise Levels and Periods of Noise Experience within Residential Environment in Benin City, Nigeria. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology, 13(12), 26-31. https://www.semanticscholar.org/paper/Noise-Levels-and-Periods-of-Noise-Experience-within-Collins/8798902b786228ea49a65df7fe20b6a7faafc350

DUBEY, R., BHARADWAJ, S., ZAFAR, M., SHARMA, V., & BISWAS, S. (2020). COLLABORATIVE NOISE MAPPING USING SMARTPHONE. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLIII-B4-2020, 253-260. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-253-2020

FAULKNER, J.-P., & MURPHY, E. (2022). Estimating the harmful effects of environmental transport noise: An EU study. Science of The Total Environment, 811, 152313. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152313

GARG, N., SHARMA, O., & MAJI, S. (2011). Experimental investigations on sound insulation through single,double & triple window glazing for traffic noise abatement. JSIR Vol.70(06) [June 2011], 70(6), 471-478. http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/11929

GARG, N., SHARMA, O., & MAJI, S. (2012). Design Considerations for Enhancing Sound Insulation Characteristics of Window Glazing for Traffic Noise Abatement. Building Acoustics, 19(2), 89-97. https://doi.org/10.1260/1351-010X.19.2.89

GRAMEZ, A. (2010). Introduction à la réglementation acoustique Algérienne et la réhabilitation acoustique des façades. 10ème Congrès Français d'Acoustique, Lyon, France.

GRAMEZ, A., OUIS, D., & BELHAMEL, F. (2021). In-situ investigation of the acoustical performance in collective social dwellings. Applied Acoustics, 180, 108124. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108124

GRUBEŠA, S., PETOŠIĆ, A., SUHANEK, M., & ĐUREK, I. (2018). Mobile crowdsensing accuracy for noise mapping in smart cities. Automatika, 59(3-4), 286-293. https://doi.org/10.1080/00051144.2018.1534927

HAMMER, M. S., SWINBURN, T. K., & NEITZEL, R. L. (2014). Environmental Noise Pollution in the United States: Developing an Effective Public Health Response. Environmental Health Perspectives, 122(2), 115-119. https://doi.org/10.1289/ehp.1307272

HAMOU, A., ABDERRAHIM, H., & KECIBA, H. (2014). Etude des nuisances sonores dans la ville d'Oran. Communication science et technologie, 3(1), 01-08. https://www.asjp.cerist.dz/en/article/183012

HUNASHAL, R. B., & PATIL, Y. B. (2012). Assessment of Noise Pollution Indices in the City of Kolhapur, India. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 37, 448-457. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.310

JAMRAH, A., AL-OMARI, A., & SHARABI, R. (2006). Evaluation of Traffic Noise Pollution in Amman, Jordan. Environmental Monitoring and Assessment, 120(1), 499-525. https://doi.org/10.1007/s10661-005-9077-5

JARIWALA, H., SYED, H., PANDYA, M., & GAJERA, Y. (2017, mars 17). Noise Pollution & Human Health: A Review. Noise and Air Pollution: Challenges and Opportunities, India.

KAMIR, T., & ROZA, A. S. (2017). La politique sociale de l'habitat en Algérie : Impacts sur le développement économique et social. Conférence Internationale en Economie-Gestion & Commerce International, 9, 119-127.
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:nRPGsDYcMNwJ:ipco-co.com/ESMB/vol9/Issue2/189.pdf&cd=1&hl=fr&ct=clnk&gl=dz

KEBAHOUM, S. (2019). التلوث السمعي في القانون الجزائري. Journal of Legal Studies and Researches, 4(1), 255-271. https://www.asjp.cerist.dz/en/article/95899

KING, E., & MURPHY, E. (2016). Environmental noise – 'Forgotten' or 'Ignored' pollutant? Applied Acoustics, 112, 211-215. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.05.023

KOHIL, H. (2021). LEGAL PROTECTION OF THE ENVIRONMENT FROM NOISE POLLUTION الحماية القانونية للبيئة من التلوث الضجيجي. Journal of Legal and Political Sciences, 12(2), 1036-1049. https://www.asjp.cerist.dz/en/article/166979

KURRA, S. (2010). Determination and applicability of the required sound insulation values for facades. 2, 1082-1091.

KURRA, S., & DAL, L. (2012). Sound insulation design by using noise maps. Building and Environment, 49, 291-303. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.07.006

KUSUMA, A. P. W., EKASIWI, S. N. N., & ARIFIANTO, D. (2015). APPLICATION OF ACOUSTIC MATERIAL FOR FACADE TO REDUCE NOISE IMPACT IN

BUILDING LOCATED NEAR FROM RAIL. Journal of Architecture&ENVIRONMENT, 14(1), Article 1. https://doi.org/10.12962/j2355262x.v14i1.a885

LEE, H. P., GARG, S., & LIM, K. M. (2020). Crowdsourcing of environmental noise map using calibrated smartphones. Applied Acoustics, 160, 107130. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.107130

LEE, S.-W., CHANG, S. I., & PARK, Y.-M. (2008). Utilizing noise mapping for environmental impact assessment in a downtown redevelopment area of Seoul, Korea. Applied Acoustics, 69(8), 704-714. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2007.02.009

LI, B., TAO, S., & DAWSON, R. W. (2002). Evaluation and analysis of traffic noise from the main urban roads in Beijing. Applied Acoustics, 63(10), 1137-1142. https://doi.org/10.1016/S0003-682X(02)00024-5

MACHIMBARRENA, M., RASMUSSEN, B., & ALVES MONTEIRO, C. R. (2019). Regulatory sound insulation requirements in South America—Status for housing, schools, hospitals and office buildings. INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings, 259(2), 7470-7481.

MADU, K., UYAELUMUO, A. E., & ORJI, M. U. (2018). Evaluation of Vehicular Noise Pollution in Onitsha Metropolis, Nigeria. International Journal of Innovation and Sustainability, 2(15). https://doi.org/Madu, Kingsley and Uyaelumuo, A. E. and Orji, M. U., Evaluation of Vehicular Noise Pollution in Onitsha Metropolis, Nigeria (April 19, 2018). International Journal of Innovation and Sustainability, 2 (2018) 15, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3165762

MAHDJOUB-ASSAAD, S. (2018). Les nuisances liées au trafic routier (bruit, pollution de l'air et insécurité) : De la gêne à la perception du risque sanitaire sous l'angle des inégalités sociales [These de doctorat, Lyon]. http://www.theses.fr/2018LYSE1252

MASOVIC, D., MISKINIS, K., OGUC, M., SCAMONI, F., & SCROSATI, C. (2013). Analysis of façade sound insulation field measurements—Influence of acoustic and non-acoustic parameters. 247, 2197-2206. https://www.researchgate.net/profile/Fabio-Scamoni/publication/256735039_Analysis_of_facade_sound_insulation_field_measurements_-_Influence_of_acoustic_and_non-acoustic_parameters/links/00463523b0ba2e392d000000/Analysis-of-facade-sound-insulation-field-measurements-Influence-of-acoustic-and-non-acoustic-parameters.pdf

MCLEMORE, C. & COULSON, A. (2018). Noise Pollution Causes Heart Disease.

MEDIASTIKA, C. E., KRISTANTO, L., ANGGONO, J., SUHEDI, F., & PURWANINGSIH, H. (2018). Open windows for natural airflow and environmental noise reduction. Architectural Science Review, 61(5), 338-348. https://doi.org/10.1080/00038628.2018.1502151

METTE, S., KIM, O., ANNE, T., & OLE, R.-N. (2013). Road traffic noise and risk for breast cancer. ISEE Conference Abstracts. https://doi.org/10.1289/isee.2013.O-4-28-01

MICHEL, C. (2001). L'acoustique de l'habitat—Principes fondamentaux—Application de la réglementation française et européenne. Le moniteur. https://www.eyrolles.com/BTP/Livre/l-acoustique-de-l-habitat-9782281112085/

MISKINIS, K., DIKAVICIUS, V., & BURLINGIS, A. (2016). The acoustic and thermal characteristics of wooden triple glazed windows. Noise Control Engineering Journal, 64(4), 485-499. https://doi.org/10.3397/1/376395

MONTEIRO, C. R. A., MARINO, C. M., TORCHIA, F., ROBERTSON, N., SMITH, R. S., & MACHIMBARRENA, M. (2012). Comparative analysis of airborne sound insulation field measurements using different ISO 717-1 performance descriptors—Lightweight separating walls and floors. 7.

MONTES GONZÁLEZ, D., BARRIGÓN MORILLAS, J. M., & REY-GOZALO, G. (2023). Effects of noise on pedestrians in urban environments where road traffic is the main source of sound. Science of The Total Environment, 857, 159406. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159406

MURPHY, E., & KING, E. A. (2014). Environmental Noise Pollution: Noise Mapping, Public Health, and Policy. Newnes.

MURPHY, E., & KING, E. A. (2016). Smartphone-based noise mapping: Integrating sound level meter app data into the strategic noise mapping process. Science of The Total Environment, 562, 852-859. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.076

OLAYINKA, O. S., & ABDULLAHI, S. A. (2010). Comparative analysis of noise descriptors in some selected areas in Ilorin Metropolis, Nigeria. Noise Control Engineering Journal, 58(6), 646-657. https://doi.org/10.3397/1.3532917

PADILLA-ORTIZ, A. L., MACHUCA-TZILI, F. A., & IBARRA-ZARATE, D. (2022). Smartphones, a tool for noise monitoring and noise mapping: An overview. International Journal of Environmental Science and Technology. https://doi.org/10.1007/s13762-022-04240-6

PAPADIMITRIOU, E., PAPAGEORGIOU, G., ALAMANIS, N., & DIAKOSAVVA, T. N. (2020). Road Noise Levels in Urban Environment Compared to Specification Limits. The Case of the City of Larissa, Greece. Periodica Polytechnica Civil Engineering, 64(4), 964-974. https://doi.org/10.3311/PPci.14868

PICAUT, J., BOUMCHICH, A., BOCHER, E., FORTIN, N., PETIT, G., & AUMOND, P. (2021). A Smartphone-Based Crowd-Sourced Database for Environmental Noise Assessment. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(15), Article 15. https://doi.org/10.3390/ijerph18157777

PODDAR, A. (2017). NOISE POLLUTION CONTROL AND IN RE NOISE POLLUTION CASE. International Journal of Advanced Research, 5, 1544-1550. https://doi.org/10.21474/IJAR01/3979

PRONELLO, C., & CAMUSSO, C. (2012). A Review of Transport Noise Indicators. Transport Reviews, 32(5), 599-628. https://doi.org/10.1080/01441647.2012.706332

QUESSEVEUR, E. (2001). Traitement spatial du bruit des transports terrestres [Phd thesis, Université Joseph-Fourier - Grenoble I]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00081288

QUINTERO, G., BALASTEGUI, A., & ROMEU, J. (2019). A low-cost noise measurement device for noise mapping based on mobile sampling. Measurement, 148, 106894. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.106894

QUIRT, J. D. (1982). Sound transmission through windows I. Single and double glazing. The Journal of the Acoustical Society of America, 72(3), 834-844. https://doi.org/10.1121/1.388263

ROMEU, J., GENESCA, M., PAMIES, T., & JIMENEZ, S. (2011). Street categorization for the estimation of day levels using short-term measurements. Applied Acoustics, 72(8), 569-577. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2010.09.012

ROY, M. (2022). Evaluation of Environmental Noise in Urban areas: A Noise Pollution Assessment Approach. Medicon Agriculture & Environmental Sciences. https://doi.org/10.55162/MCAES.02.012

SCAMONI, F., & SCROSATI, C. (2014). The façade sound insulation and its classification. Forum Acusticum, Krakow. https://www.researchgate.net/profile/Chiara-Scrosati/publication/303880670_The_facade_sound_insulation_and_its_classification/links/575a649808aec91374a5b1e1/The-facade-sound-insulation-and-its-classification.pdf

SCHADE, W. (2003). Le bruit du transport : Un défi pour la mobilité durable. Revue internationale des sciences sociales, 176(2), 311-328. https://www.cairn.info/revue-internationale-des-sciences-sociales-2003-2-page-311.htm

SECCHI, S., NANNIPIERI, E., & ELENA, S. (2013, mars 18). Analysis of the extensibility of Sound Reduction Index measurements of windows. AIA DAGA 2013.

SEONG, J., PARK, T., KO, J., CHANG, S., KIM, M., HOLT, J., & MEHDI, M. (2011). Modeling of road traffic noise and estimated human exposure in Fulton County, Georgia, USA. Environment international, 37, 1336-1341. https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.05.019

SINGH, D., KUMARI, N., & SHARMA, P. (2018). A Review of Adverse Effects of Road Traffic Noise on Human Health. Fluctuation and Noise Letters, 17(01), 1830001. https://doi.org/10.1142/S021947751830001X

SISMAN, E. E., & UNVER, E. (2011). Evaluation of traffic noise pollution in Corlu, Turkey. Sci. Res. Essays, 7.

STACY, E., ARNOLD, P. J., LEACH, S. J., SALVIDGE, A. C., SARGENT, J. W., SCHOLES, W. E., & WEBBER, G. M. B. (1974). Insulation from traffic noise. Built Environment (1972-1975), 3(8), 428-432. https://www.jstor.org/stable/44398340

SUN, S., MOROZUMI, N., & PATCHING, R. (2016). Evaluation on overlapping barriers design using SoundPLAN. Journal of the Acoustical Society of America, 140, 3140-3141. https://doi.org/10.1121/1.4969843

TADEU, A. J. B., & MATEUS, D. M. R. (2001). Sound transmission through single, double and triple glazing. Experimental evaluation. Applied Acoustics, 62(3), 307-325. https://doi.org/10.1016/S0003-682X(00)00032-3

TARNOPOLSKY, A., WATKINS, G., & HAND, D. J. (1980). Aircraft noise and mental health: I. Prevalence of individual symptoms. Psychological Medicine, 10(4), 683-698. https://doi.org/10.1017/S0033291700054982

TOPRAK, R., & AKTÜRK, N. (2004). The Negative Effects Of Noise On Human Health. Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology, 61(1), 49-58. https://www.turkhijyen.org/eng/jvi.aspx?pdir=turkhijyen&plng=eng&un=THDBD-98698

TORRESIN, S., ALBATICI, R., ALETTA, F., BABICH, F., OBERMAN, T., SIBONI, S., & KANG, J. (2020). Indoor soundscape assessment: A principal components model of acoustic perception in residential buildings. Building and Environment, 182, 107152. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107152

TSAI, K.-T., LIN, M.-D., & CHEN, Y.-H. (2009). Noise mapping in urban environments: A Taiwan study. Applied Acoustics, 70(7), 964-972. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2008.11.001

TSUKAMOTO, Y., TAMAI, K., SAKAGAMI, K., OKUZONO, T., & TOMIKAWA, Y. (2021). Basic study of practical prediction of sound insulation performance of single-glazed window. Acoustical Science and Technology, 42, 350-353. https://doi.org/10.1250/ast.42.350

VAN DAMME, M. (2011). Quels critères acoustiques pour les vitrages ? CSTC. https://www.cstc.be/publications/dossiers-du-cstc/2011-03.10/

WEYDE, K. V., KROG, N. H., OFTEDAL, B., EVANDT, J., MAGNUS, P., ØVERLAND, S., CLARK, C., STANSFELD, S., & AASVANG, G. M. (2017). Nocturnal Road Traffic Noise Exposure and Children's Sleep Duration and Sleep Problems. International Journal of Environmental Research and Public Health, 14(5), Article 5. https://doi.org/10.3390/ijerph14050491

ZANNIN, P., & FERRAZ, F. (2016). Assessment of Indoor and Outdoor Noise Pollution at a University Hospital Based on Acoustic Measurements and Noise Mapping. Open Journal of Acoustics, 06, 71-85. https://doi.org/10.4236/oja.2016.64006

ZANNIN, P. H. T., ENGEL, M. S., FIEDLER, P. E. K., & BUNN, F. (2013). Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: A case study at a university campus in Brazil. Cities, 31, 317-327. https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.09.008

ZANNIN, P., & SANT'ANA, D. (2011). Noise mapping at different stages of a freeway redevelopment project – A case study in Brazil. Applied Acoustics - APPL ACOUST, 72, 479-486. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2010.09.014

ZANNIN, P., VALLE, F., & NASCIMENTO, E. (2019). Assessment of Noise Pollution along Two Main Avenues in Curitiba, Brazil. Open Journal of Acoustics, 09, 26-38. https://doi.org/10.4236/oja.2019.92003

ZERROUKI, M. A., & TABET AOUL, W. (2015). LA NOUVELLE POLITIQUE DU LOGEMENT EN ALGERIE : Quelles Perspectives pour Réduire la Crise de Logement ? Gouvernance & Economie Sociale, 1(1), 82-92. https://www.asjp.cerist.dz/en/article/40387

ZUO, J., XIA, H., LIU, S., & QIAO, Y. (2016). Mapping Urban Environmental Noise Using Smartphones. Sensors, 16(10), Article 10. https://doi.org/10.3390/s16101692

3. Webographie (Google)

ACOUSTIX. (2017). Comparaison des niveaux de bruit en décibels. Acoustix Pan-Terre. https://www.acoustix.be/fr/isolation-acoustique/actualites/echelle-des-decibels-comparaison-des-niveaux-de-bruit-en-db

AFSSET, A. française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail. (2004). Impacts sanitaires du bruit—Etat des lieux—Indicateurs bruit-santé. Maisons Alfort.

https://side.developpement-durable.gouv.fr/GRDE/doc/SYRACUSE/4944/impacts-sanitaires-du-bruit-etat-des-lieux-indicateurs-bruit-sante

CANDILIS, G., & PIGANIOL, P. (s. d.). HABITAT - L'habitat contemporain. Encyclopædia Universalis. Consulté 12 novembre 2022, à l'adresse https://www.universalis.fr/encyclopedie/habitat-l-habitat-contemporain/

DRUMMOND, D. (1981). Architectes des favelas... Catalogue en ligne. Paris, Dunod. http://bibliothequeucm.educassist.mg/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=6862

GIEBELER, G., FISCH, R., KRAUSE, H., & MUSSO, F. (2012). Rénover le bâti. PPUR Presses polytechniques.

GRACEY & ASSOCIATES. (s. d.). Sound and Vibration Basics—Menu. Consulté 26 juin 2022, à l'adresse https://www.gracey.co.uk/basics/index.htm

JABIER, M. (2017). ACOUSTB - Mission 2—Diagnostic et proposition de rénovation acoustique. https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:KWb5IpGXGXsJ:https://www.lille.fr/content/download/161683/2394342/file/Diagnostic%2Bet%2Bproposition%2Bde%2Brenovation%2Bacoustique%2Bsur%2Ble%2Bsite%2BConcorde.pdf&cd=1&hl=fr&ct=clnk&gl=dz

OCCEN, S. (s. d.). Quelle est la différence entre rénovation et réhabilitation en matière de travaux, sur Lyon ? OCCEN. Consulté 29 juin 2022, à l'adresse https://www.occen.fr/details-quelle+est+la+difference+entre+renovation+et+rehabilitation+en+matiere+de+travaux+sur+lyon-96.html

PASTEL AUDITION. (2020). Le bruit : Premier facteur de stress. Pastel Audition. https://pastel-audition.com/article/le-bruit-premier-facteur-de-stress/

REBAH, M. (2022, avril 29). Algérie : Gaspillage alimentaire et nuisances sonores. Journalistes Écrivains pour la Nature et l'Écologie. https://jne-asso.org/2022/04/29/algerie-gaspillage-alimentaire-et-nuisances-sonores/

WEREY, B. (2021, août 10). Rénovation & Réhabilitation : Quelle Différence ? | BTP WEREY - Colmar. BTP WEREY. https://www.btp-werey.fr/actualites/difference-renovation-et-rehabilitation /

ANNEXES

ANNEXE 1

Questionnaire distribué

1. Fiche personnelle du répondant :

- Civilité :
  Monsieur ☐ Madame ☐

- Age :
  De 10 à 20 ans ☐ de 20 à 30 ans ☐ de 30 à 40 ans ☐ de 40 à 50 ans ☐ plus de 50 ans ☐

- Statut d'occupation :
  Propriétaire ☐ Locataire ☐ Participatif ☐ Semi propriétaire ☐ Clé ☐

2. Caractéristiques du logement collectif :

- Orientation du logement :
  En face d'une route ☐ A côté d'une route ☐ Éloigné des routes ☐ Près d'une école ☐ Eloigné de l'école ☐

- Etage du logement :
  RDC ☐ 1er étage ☐ 2ème étage ☐ 3ème étage

- Type de logement :
  F2 ☐ F3 ☐ F4 ☐ F5 ☐ F6 ☐

3. Perception sonore :

- Que pensez-vous de l'environnement sonore de la ville de Guelma ?
  Très calme ☐ Calme ☐ Moyennement calme ☐ Bruyante ☐ Très bruyante ☐

- Comment percevez-vous l'environnement sonore de la cité de champs de manœuvres ?
  Très Calme ☐ Calme ☐ Moyennement calme ☐ Bruyant ☐ Très bruyant ☐

- Quels types de bruit extérieurs entendez-vous le plus souvent dans votre logement ?
  Bruit de véhicules ☐ Bruit de voisinage ☐ Bruit des jeux ☐ Bruit de conversation ☐ Bruit d'avion ☐

- A quel moment de la journée le bruit vous dérange-t-il ?
  Matin ☐ Midi ☐ Après midi ☐ Soir ☐ Nuit ☐

- Dans quel espace du logement le bruit est-il le plus gênant ?
  Chambres ☐ Séjour ☐ Pièces de servies ☐ Balcon ☐ Cage d'escalier ☐

- Quel type de bruit de voisinage entendez-vous ?
  Comportement ☐ Bricolage ☐ Appareils électroménagers ☐ Jeux ☐ Pas de pieds

- Comment réagissez-vous quand vous êtes dérangé par le bruit de voisinage ?
  Stress et colère ☐ S'en fiche ☐ Sortir dehors ☐ déposer plainte ☐ demander à l'amiable ☐

- Avez-vous pensé à déménager à cause du bruit dans votre logement ?
  Oui ☐ Non ☐

4. Sensibilisation :

- Avez-vous entendu parler de la réglementation acoustique algérienne ?
  Oui ☐ Non ☐ J’ai une idée ☐

- Savez-vous l’exposition au bruit affecte la santé humaine et provoque pas mal de maladies importantes (ex : stress, acouphène, perturbation de sommeil, problèmes cardio-vasculaires, déficience auditive, …)
  Oui ☐ Non ☐ J’ai une idée ☐

ANNEXE 2

La réglementation acoustique Algérienne existante

1- Loi n° 82-04 du 13 février 1982, sur les contraventions relatives aux personnes

Section 3

Contraventions relatives aux personnes

Art. 442. – (Loi n° 82-04 du 13 février 1982) Sont punis d'un emprisonnement de dix jours au moins à deux mois au plus et d'une amende de 100 à 1.000 DA ou de l'une de ces deux peines seulement:

1°) les individus et leurs complices qui, volontairement, font des blessures ou portent des coups, commettent toute autre violence ou voie de fait dont il ne résulte pas une maladie ou une incapacité totale de travail excédant 15 jours, à la condition qu'il n'y ait pas eu préméditation, guet-apens ou port d'armes;

2°) ceux, qui par maladresse, imprudence, inattention, négligence ou inobservation des règlements, sont involontairement la cause de blessures, coups ou maladies, n'entraînant pas une incapacité totale de travail supérieure à trois mois;

3°) ceux qui, ayant assisté à la naissance d'un enfant n'en font pas la déclaration, à eux, prescrite par la loi dans les délais fixés, ceux qui, ayant trouvé un enfant nouveau-né ne le remettent pas à l'officier de l'état civil ainsi que la loi le prescrit, sauf s'ils ont consenti à se charger de l'enfant et ont fait une déclaration à cet égard devant la municipalité du lieu où l'enfant a été trouvé; ceux qui portent à un hospice ou un établissement charitable un enfant au-dessous de l'âge de sept ans accomplis, qui leur a été confié afin qu'ils en prennent soin ou pour toute autre cause, sauf s'ils ne sont pas tenus ou ne sont pas obligés de pourvoir gratuitement à la nourriture et à l'entretien de l'enfant et si personne n'y a pourvu.

Art. 442 bis. - (Loi n° 82-04 du 13 février 1982) Sont punis d'une amende de 100 à 1.000 DA et peuvent l'être, en outre, de l'emprisonnement pendant dix jours au plus, les auteurs et complices de rixes, de voies de fait ou violences légères et ceux qui jettent, volontairement, des corps durs ou des immondices sur quelqu'un.

القسم الثالث

المخالفات المتعلقة بالأشخاص

المادة 442: (القانون رقم 82-04 المؤرخ في 13 فبراير 1982) يعاقب بالحبس من عشرة أيام على الأقل إلى شهرين على الأكثر وبغرامة من 100 إلى 1.000 دج أو بإحدى هاتين العقوبتين فقط:

1 – الأشخاص وشركاؤهم الذين يحدثون جروحا أو يعتدون بالضرب أو يرتكبون أعمال عنف أخرى، أو التعدي دون أن ينشأ عن ذلك أي مرض أو عجز كلي عن العمل لمدة تتجاوز خمسة عشر يوما ويشترط أن لا يكون هناك سبق إصرار، أو ترصد وحمل سلاح،

2 – كل من تسبب بغير قصد في إحداث جروح أو إصابة أو مرض لا يترتب عليه عجز كلي عن العمل يجاوز ثلاثة أشهر وكان ذلك ناشئا عن رعونة أو عدم احتياطه أو عدم انتباهه أو إهماله أو عدم مراعاة النظم،

3 – كل من حضر ولادة طفل ولم يقدم عنها الإقرار المنصوص عليه في القانون في المواعيد المحددة وكل من وجد طفلا حديث العهد بالولادة ولم يسلمه إلى ضابط الحالة المدنية كما يوجب ذلك القانون ما لم يوافق على أن يتكفل به ويقر بذلك أمام جهة البلدية التي عثر على الطفل في دائرتها وكل من قدم طفلا تقل سنه عن سبع سنوات كاملة إلى ملجأ أو إلى مؤسسة خيرية متى كان قد سلم إليه لرعايته أو لأي سبب آخر ما لم يكن غير مكلف أو غير ملزم بتوفير الطعام له مجانا وبرعايته ولم يوفر له أحد ذلك.

المادة 442 مكرر: (القانون رقم 82-04 المؤرخ في 13 فبراير 1982) يعاقب بغرامة من 100 إلى 1.000 دج كما يجوز أيضا أن يعاقب بالحبس لمدة عشرة أيام على الأكثر الأشخاص وشركاؤهم في مشاجرات أو الإعتداء أو أعمال عنف أو من يلقون عمدا مواد صلبة أو قاذورات على شخص.

2- Loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement :

poration dans certaines préparations ou celles qui ont déjà fait l'objet d'une déclaration mais pour lesquelles les informations nouvelles disponibles concernant ces dangers le justifieraient peuvent être examinées ou réexaminées à la diligence des ministres concernés. Ces derniers peuvent exiger de la part des producteurs ou importateurs la fourniture des dossiers techniques nécessaires à l'examen ou au réexamen de ces substances, lesquelles peuvent faire l'objet d'une inscription sur la liste prévue à l'article 112 et des mesures prévues à l'article 113 de la présente loi.

Les producteurs ou importateurs de substances chimiques ou de préparations sont tenus d'indiquer, au ministre chargé de l'environnement, les faits nouveaux découlant soit de l'amélioration des connaissances scientifiques et techniques, soit de l'observation des effets de ces substances et faisant apparaître de nouveaux dangers pour l'homme ou, pour son environnement.

Art. 117. — Tous renseignements complémentaires ou essais de vérification peuvent être demandés par le ministre chargé de l'environnement aux producteurs ou importateurs et à leur charge.

Art. 118. — Les substances chimiques et les préparations fabriquées, importées ou mises sur le marché en infraction aux dispositions de la présente loi et qui présentent un danger pour l'homme ou son environnement, peuvent être saisies sur ordre du wali, par les fonctionnaires et agents énumérés à l'article 134 de la présente loi. Elles peuvent être laissées en dépôt dans les locaux où elles se trouvent, sous la garde de l'auteur de l'infraction ; toutefois, si le danger le justifie, elles doivent être détruites ou neutralisées aux frais de l'auteur de l'infraction, dans les meilleurs délais.

Chapitre V

Du bruit

Art. 119. — Les immeubles, les établissements industriels, artisanaux ou agricoles et autres édifices, les animaux, les véhicules et autres objets mobiliers possédés, exploités ou détenus par toute personne physique ou morale sont construits, exploités ou utilisés de manière à satisfaire aux dispositions prises en application de la présente loi afin d'éviter l'émission de bruits susceptibles de causer une gêne excessive de nature à incommoder la population ou à nuire à sa santé.

Art. 120. — Lorsque les émissions de bruits sont susceptibles de constituer une gêne excessive pour la population ou de nuire à sa santé, les personnes visées à l'article 119 doivent mettre en œuvre toutes les dispositions utiles pour les supprimer.

Art 121. — Les prescriptions visées aux articles 119 et 120 font l'objet de décrets qui déterminent notamment :

1. - les cas et conditions dans lesquels doit être interdite ou réglementée l'émission des bruits ;

2. - les délais dans lesquels il doit être satisfait à ces dispositions pour les immeubles, établissements, autres édifices, animaux, véhicules et autres objets mobiliers existants à la date de publication de chaque décret ;

3. - les cas et conditions dans lesquels le ministre chargé de l'environnement doit, avant l'intervention de la décision judiciaire, prendre, en raison de l'urgence, toutes les mesures exécutoires destinées d'office à faire cesser le trouble.

Chapitre VI

Des délits et des peines

Art. 122. — Quinconque exploite sciemment une installation sans l'autorisation ou la déclaration requise aux articles 76 et 77 de la présente loi ou en méconnaissant les conditions imposées par l'autorisation prévue, est puni d'une amende de 2.000 à 20.000 D.A.

En cas de récidive, il sera prononcé une peine d'emprisonnement de 2 à 6 mois et d'une amende de 20.000 à 100.000 D.A. ou l'une de ces deux peines seulement.

Art. 123. — En cas de condamnation conformément à l'article 122 ci-dessus, le jugement fixe, s'il y a lieu, le délai dans lequel doivent être respectées les dispositions légales auxquelles il a été contrevenu.

En cas de non-exécution dans le délai prescrit, une amende de 2.500 à 25.000 D.A. est prononcée.

Le tribunal peut prononcer l'interdiction d'utiliser les installations jusqu'à l'achèvement des travaux. Il peut, en outre, ordonner que ces derniers soient exécutés d'office aux frais de l'exploitant condamné.

Art. 124. — Quiconque fait fonctionner une installation en infraction à une mesure de fermeture ou de suspension de fonctionnement prise en application des dispositions des articles 87 et 123 de la présente loi, est puni d'une peine d'emprisonnement de 2 mois à 6 mois et d'une amende de 10.000 à 100.000 D.A. ,ou de l'une de ces deux peines seulement.

Art. 125. — Est puni d'une amende de 2.000 à 100.000 D.A. et d'un emprisonnement de 2 mois à 2 ans ou de l'une de ces deux peines seulement, quiconque aura :

— refuser de fournir aux représentants assermentés du ministre chargé de l'environnement, les informations visées aux articles 94 et 97 de la présente loi ou fourni des informations inexactes ;

— remis ou fait remettre les déchets définis à l'article 97, à tout autre que l'exploitant d'une installation agréée ;

— éliminé ou récupéré des déchets ou matériaux, sans satisfaire aux prescriptions fixées en application des articles 98, 99 et 101 de la présente loi ;

— mis obstacle à l'accomplissement des contrôles ou à l'exercice des fonctions des agents chargés de la protection de l'environnement ;

3- Loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et à la promotion de la santé, modifiée et complétée par la loi n° 08-13 du 20 juillet 2008 :

Chapitre II

Mesures de protection du milieu et de l'environnement

Art. 32. — L'eau destinée à la boisson, à l'usage ménager et à l'usage de l'hygiène corporelle, doit satisfaire aux normes définies par la réglementation, tant en qualité qu'en quantité.

Art. 33. — Pour l'adduction de l'eau destinée à la boisson et à l'usage ménager, il est établi des règles et normes de protection sanitaire pour assurer une qualité appropriée de l'eau.

de vie, est effectué par les services de santé.

Art. 44. — La mise en service de toute entreprise est subordonnée au respect de la législation en vigueur en matière de protection de l'environnement.

Art. 45. — Les autorités compétentes sont habilitées à interdire, provisoirement, l'exploitation des établissements ou services qui peuvent causer un préjudice à la santé publique.

La décision de réouverture, autorisant l'exploitation des établissements ou services, ne sera accordée que lorsque les conditions requises seront réunies.

17 février 1985 JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE 125

Art. 46. — L'observation des règles de prévention à l'encontre des méfaits du bruit est une obligation pour tous les citoyens.

Art. 47. — Les mesures de protection contre les méfaits du bruit dans les locaux d'habitation, de travail, dans les rues et villes du pays, seront définies conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

Art. 48. — Le contrôle de l'exécution des règles de lutte contre le bruit se fait conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

Art. 49. — La production, la conservation, le transport, l'application et l'enfouissement des substances radio-actives, des substances toxiques, doivent s'effectuer conformément à la législation en vigueur, selon les modalités fixées par voie réglementaire.

Art. 50. — La production, le traitement, l'élaboration, la détention, le transport et l'utilisation des substances et préparations radio-actives et la détention, la collecte, le transport, le traitement et l'évacuation définitive des déchets contenant une matière radio-active, de même que la fabrication des instruments et équipements contenant une source de rayonnement ionisant ou émettant de tels rayonnement, et leur utilisation et mise en exploitation, ne peuvent se faire que dans les conditions techniques ne portant pas préjudice à la santé publique.

Art. 56. — Le contrôle sanitaire aux frontières a pour objet de prévenir la propagation par voie terrestre, aérienne ou maritime des maladies transmissibles, en application des lois et règlements en vigueur.

Art. 57. — Le service du contrôle sanitaire aux frontières exerce son action au moyen de postes sanitaires implantés dans les ports, les aéroports et les localités contrôlant des accès routiers ou ferroviaires du territoire national.

Les services du contrôle sanitaire aux frontières sont placés sous l'autorité du ministre chargé de la santé.

Art. 58. — Les médecins et agents des services du contrôle sanitaire aux frontières, procèdent aux investigations sanitaires et peuvent dresser des procès-verbaux de contravention. Lors de leur entrée en fonction, ils prêtent serment devant le tribunal de la résidence à laquelle ils sont initialement affectés.

Art. 59. — Tout ressortissant algérien se rendant à l'étranger, dans un pays où existe une des maladies soumises au règlement sanitaire international, doit subir obligatoirement, avant son départ, les vaccinations requises et se munir, éventuellement, du traitement chimioprophylactique adéquat.

4- Loi n° 88-07 du 26 Janvier 1988 relative à l'hygiène, la sécurité et la médecine du travail :

Vu la loi n° 83-13 du 2 juillet 1983 relative aux accidents du travail et aux maladies professionnelles, notamment ses articles 63 à 75 ;

Vu la loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et à la promotion de la santé ;

Après adoption par l'Assemblée populaire nationale,

Promulgue la loi dont la teneur suit :

CHAPITRE I

OBJET ET CHAMP D'APPLICATION

Article 1er. — La présente loi a pour objet de définir les voies et les moyens ayant pour but d'assurer aux travailleurs les meilleures conditions en matière d'hygiène, de sécurité et de médecine du travail, et de désigner les personnes responsables et organismes employeurs chargés de l'exécution des mesures prescrites.

Art. 2. — Les dispositions de la présente loi sont applicables à tout organisme employeur, quel que soit le secteur d'activité auquel il appartient.

CHAPITRE II

REGLES GENERALES EN MATIERE D'HYGIENE ET DE SECURITE EN MILIEU DU TRAVAIL

Art. 3. — L'organisme employeur est tenu d'assurer l'hygiène et la sécurité aux travailleurs.

Art. 4. — Les locaux affectés au travail, les emplacements de travail et leurs environnements, leurs dépendances et leurs annexes, y compris les installations de toute nature mises à la disposition des travailleurs, doivent être tenus dans un état constant de propreté et présenter les conditions d'hygiène et de salubrité nécessaires à la santé des travailleurs.

L'ambiance de travail devra répondre aux conditions de confort et d'hygiène, notamment de cubage, d'aération, de ventilation, d'éclairage, d'ensoleillement, de chauffage, de protection contre les poussières et autres nuisances et d'évacuation des eaux usées et déchets.

Les travailleurs doivent pouvoir pratiquer la gymnastique de pause et bénéficier des moyens d'assurer leur hygiène individuelle et, notamment, par la mise à leur disposition, des vestiaires, lavabos, douches, toilettes, eau potable, et par l'hygiène dans les cantines.

— garantir la protection contre les fumées, vapeurs dangereuses, gaz toxiques et bruits, et tout autre nuisance ;

— éviter les encombrements et surcharges ;

— garantir la sécurité des travailleurs lors de leur circulation pendant la mise en marche des engins et moyens de manutention et des transports, et pendant la manipulation des matières, matériaux, produits, marchandises et tous autres objets ;

— assurer les conditions nécessaires, afin de prévenir toute cause d'incendie ou d'explosion, ainsi que pour combattre l'incendie d'une façon rapide et efficace ;

— placer les travailleurs à l'abri du danger et hors des zones dangereuses par éloignement ou séparation par l'interposition de dispositifs d'une efficacité reconnue ;

— assurer l'évacuation rapide des travailleurs en cas de danger imminent ou de sinistre.

Les modalités d'application du présent article sont fixées par voie réglementaire.

Art. 6. — En fonction de la nature de l'activité et des risques, le travailleur doit bénéficier des vêtements spéciaux, équipements et dispositifs individuels de protection d'une efficacité reconnue.

Art. 7. — L'organisme employeur est tenu d'intégrer la sécurité des travailleurs dans le choix des techniques et technologies et dans l'organisation du travail.

Les installations, les machines, mécanismes, appareils, outils et engins, matériels et tous moyens de travail doivent être appropriés aux travaux à effectuer et à la prévention des risques auxquels les travailleurs peuvent être exposés.

Ils doivent faire l'objet de vérifications périodiques et de mesures d'entretien de nature à les maintenir en bon état de fonctionnement, en vue de garantir la sécurité du travail.

Les modalités d'application du présent article sont fixées par voie réglementaire.

Art. 8. — Est interdite la fabrication, l'exposition, la mise en vente, la vente, l'importation, la location ou la cession, à quelque titre que ce soit, en vue de leur utilisation :

— des appareils, machines ou éléments de machines qui, du fait de leurs défauts de conception, de construction ou suite à une détérioration, ne

5- Décret exécutif n° 91-05 du 19 Janvier 1991 relatif aux prescriptions générales de protection applicables en matière d'hygiène et de sécurité en milieu de travail :

Les travailleurs ne séjourneront dans ces cabines que le temps minimal exigé par la nature des travaux qu'ils y effectuent et devront bénéficier d'une protection appropriée.

Art. 12. — Les travaux effectués, en espaces fermés tels que galeries, citernes, réservoirs, conduites de gaz, cuves ou tout autre lieu analogue, ne peuvent être entrepris qu'après assainissement de l'atmosphère par un système de ventilation appropriée.

Le renouvellement de l'air et l'extraction de l'air vicié, doivent être assurés pendant toute, la durée des travaux.

Les travailleurs appelés à intervenir dans les espaces fermés visés à l'alinéa premier doivent être protégés par des dispositifs de sécurité adéquats en liaison avec le type de risque auquel ils sont exposés.

En aucun cas, un travailleur exerçant dans ces conditions ne doit être laissé sans surveillance. Celle-ci doit être assurée par au moins un travailleur séjournant à l'extérieur de l'espace fermé.

Section 3

Ambiances et éléments de confort

Art. 13. — Les locaux, emplacements de travail, zones de circulation, de manutention et autres installations doivent être éclairés, de façon à assurer le confort visuel et ne provoquer aucune affection oculaire.

Pendant la présence des travailleurs sur les lieux de travail, les niveaux d'éclairement mesurés au plan de travail, ou à défaut au sol, doivent être au moins égaux aux valeurs indiquées dans le tableau ci-après :

Locaux affectés au travail et leur dépendances	Valeurs minimales d'éclairement
Voies de circulation intérieure	40 lux
Escaliers et entrepôts	60 lux
Locaux de travail, vestiaires, sanitaires.	120 lux
Locaux aveugles affectés à un travail permanent.	200 lux

Art. 15. — Les organismes employeurs sont tenus de maintenir l'intensité des bruits supportés par les travailleurs à un niveau compatible avec leur santé par le réduction de l'intensité des bruits à leur source d'émission, l'isolement des ateliers bruyants, l'insonorisation des locaux ou la mise en oeuvre de techniques ou de tous autres moyens appropriés et ce, conformément aux normes fixées par la réglementation en vigueur en la matière.

Art. 16. — Dans le cas où l'exécution des mesures de protection collectives, prévues à l'article 15 ci-dessus serait reconnue impossible, des appareils de protection individuelle appropriés doivent être mis à la disposition des travailleurs.

L'organisme employeur doit prendre toutes mesures utiles pour que ces appareils soient maintenus en bon état de fonctionnement.

Art. 17. — Indépendamment des mesures de protection intégrées aux machines et au processus de travail, les travailleurs dont les postes de travail sont exposés à des températures trops basses ou trop élevées doivent être dotés d'équipements spéciaux.

Section 4

Installations sanitaires

Art. 18. — Des installations sanitaires doivent être mises à la disposition des travailleurs. Elles doivent être pourvues d'ouvertures suffisantes ou de dispositifs assurant leur ventilation naturelle.

Le personnel féminin disposera d'installations sanitaires distinctes.

Les locaux affectés à ces installations doivent être séparés des locaux de travail et se situer à leur proximité.

Leurs sols et parois doivent être construits en matériaux imperméables et peints en ton clair.

Il doit être prévu au moins un cabinet d'aisance par tranche de 15 travailleurs. Les effluents doivent être évacués conformément aux règlements sanitaires en vigueur.

Art. 19. — Des locaux affectés aux vestiaires doivent être mis à la disposition des travailleurs et être dotés de

6- Décret exécutif n° 91-175 du 28 mai 1991, définissant les règles générales d'aménagement, d'urbanisme et de construction :

l'Etat ;

Décrète :

Article 1er. — Le présent décret a pour objet de fixer les attributions de l'inspection centrale auprès de la direction centrale du Trésor.

Art. 2 — Sans préjudice des attributions conférées par les lois et règlements aux autres institutions et organes de contrôle, l'inspection centrale est chargée de l'évaluation des interventions financières du Trésor notamment en ce qui concerne :

— les subventions et dotations accordées aux organismes et établissements publics ;

— la restructuration des créances et des avances du Trésor ;

— les financements à partir des ressources publiques spécialement affectées aux activités d'intérêt général de l'Etat à travers les comptes spéciaux du Trésor.

Art. 3 — L'inspection centrale s'assure également du bon fonctionnement des services du Trésor notamment en ce qui concerne l'application des lois et règlements et l'utilisation optimale des moyens.

Elle peut, en outre, et dans la limite de ses compétences, être chargée de toute enquête particulière.

Décret exécutif n° 91-175 du 28 mai 1991 définissant les règles générales d'aménagement d'urbanisme et de construction.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'équipement,

Vu la Constitution ;

Vu l'ordonnance n° 66-62 du 26 mars 1966 relative aux zones et sites touristiques et les textes pris pour son application ;

Vu l'ordonnance n° 67-281 du 20 décembre 1967 relative aux fouilles et à la protection des sites et monuments historiques et naturels ;

Vu l'ordonnance n° 75-58 du 26 septembre 1975 portant code civil, modifiée et complétée ;

Vu l'ordonnance n° 76-04 du 20 février 1976 relative aux règles applicables en matière de sécurité contre les risques d'incendie et de panique et à la création de commissions de prévention et de protection civile et les textes pris pour son application ;

Vu la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement ;

Vu la loi n° 87-03 du 27 janvier 1987 relative à l'aménagement du territoire ;

Vu la loi n° 88-17 du 10 mars 1988 portant orientation et organisation des transports terrestres ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990 relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990 relative à la wilaya ;

Vu la loi n° 90-25 du 18 novembre 1990 relative à l'orientation foncière ;

Vu la loi n° 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme ;

Vu le décret n° 68-06 du 11 janvier 1968 fixant les conditions d'implantation des constructions, le long de certaines voies routières ;

Vu le décret n° 76-34 du 20 février 1976 relatif aux établissements dangereux, insalubres ou incommodes ;

Art. 4. — Lorsque les constructions sont susceptibles en raison de leur localisation d'être exposées à des nuisances graves dues notamment au bruit, le permis de construire peut être refusé ou n'être accordé, que sous réserve des prescriptions spéciales édictées par les lois et règlements en vigueur.

Art. 5. — Lorsque les constructions ou aménagements, du fait de leur situation, de leur destination ou leurs dimensions, sont de nature à avoir des conséquences dommageables pour l'environnement, le permis de construire ou de lôtir peut être refusé ou n'être accordé, que sous réserve de l'application des mesures rendues necessaires pour la protection de l'environnement, conformément aux dispositions du décret exécutif n° 90-78 du 27 février 1990 relatif aux études d'impact sur l'environnement.

7- Décret n°93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits :

10 JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N°50 28 juillet 1993

— l'inspection régionale d'Oran couvrant les wilayas d'Oran, Mostaganem et Aïn Témouchent.

— l'inspection régionale de Tlemcen couvrant les wilaya de Tlemcen, Sidi Bel Abbès, Mascara et Saïda.

— l'inspection régionale de Béchar couvrant les wilaya de Béchar, Naama, El Bayadh, Adrar et Tindouf.

Le lieu d'implantation de l'inspection régionale de l'environnement peut être transféré par arrêté du ministre chargé de l'environnement.

Art. 6. — L'inspection régionale de l'environnement est organisée en quatre (4) services :

— le service des inspections des installations classées et des risques technologiques majeurs,

— le service de l'environnement urbain,

— le service de la protection des milieux et des ressources naturelles,

— le service de l'administration et des moyens.

Chaque service est dirigé par un chef de service nommé par arrêté du ministre chargé de l'environnement parmi les fonctionnaires justifiant d'une formation universitaire de quatre (4) années au moins et d'une expérience professionnelle de cinq (5) années au moins, au sein des institutions et administrations publiques ainsi que des établissements, entreprises et organismes publics.

Les effectifs de l'inspection régionale de l'environnement sont déterminés selon les spécifités de la région et l'importance des tâches à accomplir, par arrêté conjoint du ministre chargé de l'environnement, du ministre chargé des finances et de l'autorité chargée de la fonction publique.

Art. 7. — L'inspection régionale de l'environnement est dirigée par un inspecteur régional de l'environnement nommé par décret exécutif sur proposition du ministre chargé de l'environnement. Il est mis fin à ses fonctions dans les mêmes conditions.

Art. 8. — La fonction d'inspecteur régional de l'environnement est classée et rémunérée par référence à celle de sous-directeur de l'administration centrale de ministère.

Art. 9. — Sous l'autorité du ministre chargé de l'environnement, l'inspecteur régional de l'environnement gère dans le cadre des dispositions réglementaires, les moyens humains, matériels et financiers mis à sa disposition. A ce titre il est ordonnateur secondaire des crédits qui lui sont affectés.

Art. 10. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 27 juillet 1993.

Bélaïd ABDESSELAM.

Décret exécutif n° 93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'éducation nationale,

Vu la Constitution, notamment ses articles 81 et 116 ;

Vu la loi n° 82-02 du 6 février 1982 relative au permis de construire et de lotir ;

Vu la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement ;

Vu la loi n° 85-05 du 16 février 1985 relative à la protection et à la promotion de la santé, modifiée et complétée ;

Vu la loi n° 87-03 du 27 janvier 1987 relative à l'aménagement du territoire ;

Vu la loi n° 87-09 du 10 février 1987 relative à l'organisation, la sécurité et à la police de la circulation routière ;

Vu le décret n° 87-91 du 21 avril 1987 relatif à l'étude d'impact d'aménagement du territoire ;

Vu le décret n° 88-149 du 26 juillet 1988 définissant la réglementation applicable aux installations classées et fixant leur nomenclature ;

Vu le décret présidentiel n° 92-304 du 8 juillet 1992 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 92-307 du 19 juillet 1992, modifié et complété, portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 90-78 du 27 février 1990 relatif aux études d'impact sur l'environnement ;

Décrète :

Article 1er. — Le présent décret a pour objet de réglementer l'émission des bruits et ce en application de l'article 121 de la loi n° 83-03 du 5 février 1983, susvisée.

Art. 2. — Les niveaux sonores maximums admis dans les zones d'habitation et dans les voies et lieux publics ou privés sont de 70 décibels (70 DB) en période diurne (6 heures à 22 heures) et de 45 décibels (45 DB) en période nocturne (22 heures à 6 heures).

Art. 3. — Les niveaux sonores maximums admis au voisinage immédiat des établissements hospitaliers ou d'enseignement et dans les aires de repos et de détente ainsi que dans leur enceinte sont de 45 décibels (DB) en période diurne (6 heures à 22 heures) et de 40 decibels (DB) en periode nocturne (22 h à 6 h).

8- Loi n° 01-14 du 19 aout 2001, relative à l'organisation, la sécurité et la police de la circulation routière :

Art. 37. — En dehors des agglomérations, et sauf si cela est de nature à compromettre leur sécurité, les piétons doivent emprunter le côté gauche de la chaussée dans le sens de leur marche.

Toute troupe ou détachement ou groupement marchant en colonne sur la chaussée, doit être signalé dès la tombée de la nuit, ou de jour lorsque les circonstances l'exigent, notamment par temps de brouillard, par une lumière blanche tenue à l'avant et une lumière rouge tenue à l'arrière.

Ces lumières doivent être tenues respectivement par un membre de la colonne marchant à 10 m en avant et par un autre marchant à 10 m en arrière de celle ci.

Art. 38. — En dehors de toute signalisation lumineuse, les conducteurs sont tenus de céder le passage aux piétons engagés dans les passages piétons.

A l'approche des passages piétons, les conducteurs ne doivent pas effectuer de dépassement sans qu'ils ne se soient assurés qu'aucun piéton n'est engagé sur ce passage.

Art. 39. — Il est interdit à tout conducteur de s'arrêter ou de stationner en empiétant sur un passage prévu à l'intention des piétons.

Art. 40. — Lorsque des parcs de stationnement des véhicules sont aménagés sur des trottoirs en terre-plein, les conducteurs ne doivent circuler sur ceux-ci qu'à une allure très réduite en prenant toutes les précautions pour ne pas nuire aux piétons.

CHAPITRE III

DES CONDITIONS ADMINISTRATIVES
ET DES REGLES DE CONFORMITE
DES VEHICULES ET DE LEURS EQUIPEMENTS

Art. 41. — Aucun véhicule ne sera admis en circulation s'il n'est pas conforme aux prescriptions techniques en vigueur.

Art. 42. — En application de l'article 7 ci-dessus, les véhicules automobiles doivent faire l'objet, avant leur première mise en circulation, d'un contrôle de conformité

Art. 45. — Il est interdit à tout véhicule automobile d'émettre des fumées, des gaz toxiques et des bruits au delà des seuils fixés par voie réglementaire.

Art. 46. — Tout véhicule doit disposer d'équipements permettant au conducteur d'avoir un champ de visibilité suffisant aussi bien vers l'avant et vers l'arrière que vers la droite et vers la gauche, pour que ce dernier puisse conduire avec sûreté.

Art. 47. — Toutes les vitres, y compris celles du pare-brise, doivent être en substance transparente et conforme aux normes fixées par voie réglementaire.

Art. 48. — La pose de tout film plastique ou tout autre procédé opaque sur les vitres du véhicule est interdite.

Art. 49. — Tout véhicule de transport de marchandises dont le poids total autorisé en charge est supérieur de 3.500 kg et de transport de personne de plus de (15) quinze places doit être équipé d'un dispositif de contrôle et d'enregistrement de la vitesse.

Les conditions de mise en oeuvre du présent article sont fixées par voie réglementaire.

Art. 50. — Tout véhicule doit, dans les conditions fixées par voie réglementaire, comporter un numéro d'immatriculation et doit être muni des autorisations et pièces administratives exigées pour sa circulation.

Art. 51. — Tout véhicule doit être muni d'une plaque d'immatriculation.

Les caractéristiques des plaques d'immatriculation ainsi que les conditions et les modalités de leurs fabrication et installation sont définies par voie réglementaire.

Art. 52. — Le transfert de propriété d'un véhicule ou sa destruction doit faire l'objet d'une déclaration.

Les modalités d'application du présent article sont fixées par voie règlementaire.

Art. 53. — Les véhicules des handicapés et invalides doivent porter un signe approprié.

Art. 54. — Il est créé un fichier national des cartes d'immatriculation des véhicules appelées "cartes grises".

9- Loi 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable :

Chapitre 6

De la protection du cadre de vie

Art. 65. — Sans préjudice des dispositions législatives en vigueur relatives à l'urbanisme, et sous réserve des considérations de protection de l'environnement, les bosquets, les jardins publics, les espaces de loisirs et tout espace d'intérêt collectif concourant à l'amélioration du cadre de vie, sont classés.

Les modalités de ce classement sont fixées par voie réglementaire.

Art. 66. — Toute publicité est interdite :

1) sur les immeubles classés parmi les monuments historiques,

2) sur les monuments naturels et les sites classés,

3) dans les aires protégées,

4) sur les édifices des administrations publiques,

5) sur les arbres.

La publicité sur les immeubles présentant un caractère esthétique ou historique, peut être interdite selon des modalités définies par voie réglementaire.

Art. 67. — Sous réserve des dispositions de l'article 66 ci-dessus, la publicité est admise dans les agglomérations; elle doit toutefois satisfaire, notamment en matière d'emplacement, de surface, de hauteur et d'entretien aux prescriptions fixées par la réglementation en vigueur.

Art. 68. — L'installation des préenseignes est soumise aux dispositions qui régissent la publicité.

Les prescriptions générales relatives à l'installation des enseignes et des préenseignes et à leur entretien sont fixées par voie réglementaire.

TITRE IV

PROTECTION CONTRE LES NUISANCES

Chapitre 1

Des prescriptions de protection contre les substances chimiques

Art. 69. — Les prescriptions de protection contre les substances chimiques ont pour objet de protéger l'homme et son environnement contre les risques qui peuvent résulter des substances, préparations et produits chimiques, tels qu'ils se présentent à l'état naturel ou qu'ils sont produits par l'industrie tant en l'état qu'incorporés dans les préparations.

Les dispositions du présent chapitre ne s'appliquent pas :

1) aux substances chimiques pour leur utilisation à des fins de recherche ou d'analyse ;

2) aux substances chimiques pour leur utilisation dans les médicaments, les produits cosmétiques et d'hygiène corporelle, les matériaux au contact de denrées alimentaires, les produits phytosanitaires à usage agricole, les matières fertilisantes et supports de culture, les matières utilisées à titre d'additifs dans les aliments, les explosifs et d'une manière générale, aux substances qui font l'objet d'une autre procédure de déclaration, d'homologation ou d'autorisation préalable à la mise sur le marché, visant à protéger l'homme et son environnement ;

3) aux substances radioactives.

Art. 70. — La mise sur le marché de substances chimiques est soumise à des conditions, critères et modalités déterminés.

Est fixée la liste des produits dangereux ainsi que toutes les mesures s'y rapportant y compris les interdictions totales ou partielles ainsi que toutes les limitations requises et les mesures de destruction, de naturalisation ou de réexportation.

Les modalités d'application de cet article sont fixées par voie réglementaire.

Art. 71. — Eu égard aux dangers que présentent les substances chimiques, l'autorité compétente peut subordonner la mise sur le marché de substances chimiques, inscrites ou non sur la liste prévue à l'article 70 ci-dessus, à la fourniture, par le producteur ou l'importateur, de l'un ou de plusieurs des éléments suivants :

1) la composition des préparations mises sur le marché et contenant la substance ;

2) les échantillons de la substance ou les préparations en contenant ;

3) les données chiffrées précises sur les quantités de substances pures ou en préparation qui ont été mises sur le marché ou diffusées, ventilées suivant les différents usages ;

4) toutes les informations complémentaires sur les effets vis-à-vis de l'homme et de l'environnement.

Chapitre 2

Des prescriptions de protection contre les nuisances acoustiques

Art. 72. — Les prescriptions de protection contre les nuisances acoustiques ont pour objet, de prévenir, supprimer ou limiter l'émission ou la propagation des bruits ou des vibrations de nature à présenter des dangers nuisibles à la santé des personnes, à leur causer un trouble excessif ou à porter atteinte à l'environnement.

Art. 73. — Sans préjudice des dispositions législatives en vigueur, les activités bruyantes exercées dans les entreprises, les établissements, les centres d'activités ou les installations publiques ou privées établis à titre permanent ou temporaire et ne figurant pas dans la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement, ainsi que les activités bruyantes sportives et de plein air susceptibles de causer des nuisances sonores, sont soumises à des prescriptions générales.

10- Décret exécutif n° 03-410 du 5 novembre 2003, fixant les seuils limite des émissions des fumées, des gaz toxiques et des bruits par des véhicules automobiles :

Art. 12. — Chaque service est organisé en bureaux dont le nombre est fixé au maximum à trois (3).

Art. 13. — L'implantation et la compétence territoriale de la direction régionale du commerce sont fixées par arrêté du ministre chargé du commerce.

Art. 14. — L'organisation en bureaux des directions régionales du commerce et des directions de wilayas du commerce est fixée par arrêté conjoint des ministres chargés de l'intérieur, du commerce et des finances ainsi que de l'autorité chargée de la fonction publique.

Le fonctionnement des subdivisions territoriales du commerce et des inspections de contrôle de la qualité et de la répression des fraudes aux frontières, est défini par arrêté conjoint des ministres chargés de l'intérieur, du commerce et des finances ainsi que de l'autorité chargée de la fonction publique.

Art. 15. — Le directeur régional du commerce et le directeur de wilaya du commerce sont chargés, chacun en ce qui le concerne, d'assurer l'entretien, l'hygiène, la sécurité et la sûreté interne du patrimoine mis à leur disposition.

Art. 16. — Sont transférés aux structures créées par le présent décret, suivant les procédures fixées par la réglementation en vigueur, les personnels et les moyens de toute nature précédemment utilisés par les inspections régionales des enquêtes économiques et de la répression des fraudes et les directions de wilayas de la concurrence et des prix.

Art. 17. — Les dispositions du décret exécutif n° 91-91 du 6 avril 1991, susvisé, sont abrogées.

Art. 18. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 10 Ramadhan 1424 correspondant au 5 novembre 2003.

Ahmed OUYAHIA.

★

Décret exécutif n° 03-410 du 10 Ramadhan 1424 correspondant au 5 novembre 2003 fixant les seuils limites des émissions des fumées, des gaz toxiques et des bruits par les véhicules automobiles.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre des transports,

Vu la Constitution,notamment ses articles 85-4°et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu le décret présidentiel n° 03-208 du 3 Rabie El Aouel 1424 correspondant au 5 mai 2003 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 03-215 du 7 Rabie El Aouel 1424 correspondant au 9 mai 2003, modifié, portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 90-397 du 1er décembre 1990 fixant les règles d'organisation et de fonctionnement des services des mines et de l'industrie ;

Vu le décret exécutif n° 91-538 du 25 décembre 1991 relatif au contrôle et aux vérifications de conformité des instruments de mesure ;

Vu le décret exécutif n° 93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits ;

Vu le décret exécutif n° 98-69 du 24 Chaoual 1418 correspondant au 21 février 1998 portant création et statut de l'institut algérien de normalisation (IANOR) ;

Vu le décret exécutif n° 98-271 du 7 Joumada El Oula 1419 correspondant au 29 août 1998, modifié et complété, portant réaménagement des statuts du centre national pour l'étude et la recherche en inspection technique automobile (CNERITA) et modification de sa dénomination ;

Décrète :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 45 de la loi n° 01-14 du 29 Joumada El Oula 1422 correspondant au 19 août 2001 susvisée, le présent décret a pour objet de fixer les seuils des émissions des fumées,des gaz toxiques et des bruits par les véhicules automobiles.

CHAPITRE I

DES DEFINITIONS

Art. 2. — Il est entendu, au sens du présent décret, par :

— **Fumées** : émissions opaques rejetées à l'échappement des véhicules automobiles équipés d'un moteur à allumage par compression "moteur diesel".

— **Gaz toxiques** : monoxyde de carbone, hydrocarbures imbrûlés, oxydes d'azote ainsi que tous gaz nocifs émis à l'échappement des véhicules automobiles.

— **Bruit** : émissions sonores produites par les véhicules automobiles à l'état stationnaire ou en mouvement.

— **Catalyseur** : système de traitement des émissions à l'échappement des véhicules équipés d'un moteur à allumage commandé destiné en à réduire la concentration des gaz toxiques.

— **Opacimètre** : appareil équipé d'une cellule photo-électrique et destiné à mesurer l'opacité des fumées par le calcul du coefficient d'absorption lumineuse.

11- Le Document Technique Réglementaire DTR C3.1.1, créé en 2004 par le CNERIB.

MINISTERE DE L'HABITAT ET DE L'URBANISME

Document Technique Réglementaire

(D.T.R.C3.1.1)

ISOLATION ACOUSTIQUE DES PAROIS AUX BRUITS AERIENS
- REGLES DE CALCUL -

Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment

2004

12- Décret exécutif n° 05-12 du 8 janvier 2005 relatif aux prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux secteurs du bâtiment, des travaux publics et de l'hydraulique :

CHAPITRE IV

PREMIERS SECOURS

Art. 12. — Il est fait obligation aux employeurs de veiller à la disponibilité des moyens de premiers secours, et d'un personnel formé à cette fin.

Des mesures doivent être prises pour assurer l'évacuation, pour soins médicaux, des travailleurs victimes d'un accident du travail ou d'une maladie soudaine.

Art. 13. — Lorsque des travaux comportent des risques électriques, d'asphyxie, de noyade ou tout autre risque, les secouristes doivent maîtriser les méthodes de réanimation et autres techniques de secourisme ainsi que les opérations de sauvetage.

Art. 14. — Les moyens et matériels d'intervention et de réanimation nécessaires, prêts à l'emploi, doivent être entreposés dans un endroit facilement accessible et identifié par un panneau convenablement indiqué.

Art. 15. — Les boîtes de secours doivent contenir des instructions simples et claires et être placées sous la garde d'une personne responsable qualifiée pour administrer les premiers soins ; elles doivent être vérifiées régulièrement et regarnies après chaque usage.

Art. 16. — Une salle ou un poste de secours, convenablement équipé, placé sous la garde d'un secouriste, au moins, doit être aménagé à un endroit facilement accessible pour le traitement des blessures et des affections légères et pour l'accueil des blessés ou des malades.

Art. 17. — Des moyens de transport appropriés doivent être disponibles pour assurer, s'il y a lieu, l'évacuation rapide des travailleurs blessés ou malades vers la structure sanitaire la plus proche.

CHAPITRE V

MESURES DE PROTECTION INDIVIDUELLE

Art. 18. —Tenant compte de la nature du travail à effectuer, et du milieu d'exercice , des équipements ou produits protecteurs appropriés tels que des ceintures ou baudriers de sécurité, casques, lunettes, bottes et chaussures de sécurité, vêtements, imperméables, gants, brassières maniques, épaulières, tabliers, stop-bruits, masques doivent être mis à la disposition des travailleurs.

Ces équipements, nécessaires et indispensables doivent être adaptés aux conditions du milieu de travail. Ils doivent être maintenus dans un état constant d'usage et de

Art. 21. — Lorsque la protection d'un travailleur ne peut être assurée qu'au moyen d'une ceinture ou d'un baudrier de sécurité, le travailleur ne doit jamais demeurer seul sur le chantier.

CHAPITRE VI

MESURES DE PROTECTION COLLECTIVE

Art. 22. — Seront construits, assemblés et aménagés, selon le cas, de manière à garantir une sécurité maximale d'utilisation :

— les échafaudages, échelles, plates-formes, passerelles et escaliers ;

— les appareils et accessoires de levage ;

— les matériels de transports ;

— les engins de terrassement et de manutention de matériaux ;

— les charpentes et coffrages ;

— les installations, machines, équipements et outillages à main,

— les batardeaux et caissons ;

— les installations électriques.

Art. 23. — Les employeurs devront prendre toutes les mesures techniques adéquates pour garantir la sécurité nécessaire lors des opérations relatives :

— aux travaux en hauteur et travaux sur toiture ;

— aux fouilles, terrassements et galeries ;

— aux travaux souterrains ;

— aux opérations de battage ;

— aux travaux au-dessus des plans d'eau ;

— aux travaux de démolition ;

— aux travaux dans l'air comprimé ;

— aux travaux au voisinage de lignes, canalisations et installations électriques.

CHAPITRE VII

HYGIENE GENERALE ET BIEN-ETRE DES TRAVAILLEURS

Art. 24. — Indépendamment des articles 18 à 24 du décret exécutif n° 91-05 du 19 janvier 1991, susvisé, l'employeur doit prendre les mesures nécessaires prévues ci-dessous.

Art. 25. — Les citernes de transport et de stockage, ainsi que les récipients de distribution d'eau potable doivent être :

—déposés sur un socle ;

13- L’arrêté interministériel du 14 mai 2011 définissant les spécifications techniques et les conditions financières applicables à la réalisation du logement promotionnel aidé :

Le plan de travail de la paillasse de la cuisine doit être prévu en marbre ou tout autre matériau de qualité similaire.

Le placage en carreaux de faïence de la salle de bains doit être exécuté sur une hauteur de 1.80m au moins, sur les quatre faces.

Des plinthes en faïence sont posées au bas de chaque face intérieure de mur et de chaque cloison.

L’ensemble de ces travaux seront conçus et exécutés conformément au DTR E. 6. 3.

Art. 64. — Les souhassements des parties communes doivent se distinguer par un traitement particulier permettant d’éviter usures et salissures, en produits céramique, mignonnette ou peintures spéciales.

Ces travaux seront conçus et exécutés conformément au DTR E. 6. 3.

Section 7

Des normes de confort

Art. 65. — Les logements doivent être conformes aux dispositions réglementaires contenues dans le DTR C.3.2 portant « règles de calcul des déperditions calorifiques et le DTR.C.3.4 portant règles de calcul des apports calorifiques ».

Les logements doivent satisfaire aux vérifications des valeurs limites des déperditions calorifiques en hiver et aux valeurs limites d’apport solaire en été.

Art. 66. — Le niveau sonore ne doit pas dépasser 38Db (A) pour les pièces habitables et 45 DB (A) pour les pièces de service pour des niveaux de bruit d’émission ne dépassant pas :

— 86 DB (A) pour les locaux d’habitation,

— 76 DB (A) pour les circulations communes, caves et autres,

— 91 DB (A) pour les locaux à usage autre que ceux cités précédemment.

Pour les bruits extérieurs aux bâtiments à usage d’habitation et conformément au décret exécutif n° 93-184 du 27 Juillet 1993, il est prévu de prendre 76 DB (A) pour la période diurne et 51 DB (A) pour la période nocturne.

Les logements doivent être conformes aux dispositions réglementaires contenues dans le DTR C.3.1.1.

CHAPITRE 2

DES CONDITIONS FINANCIERES GENERALES

Art. 67. — Les conditions financières applicables au logement promotionnel aidé, définies ci-après, constituent pour le promoteur immobilier, une référence pour arrêter les conditions financières particulières et le coût de cession des logements qu’il se propose de réaliser en conformité avec les prescriptions techniques auxquelles il a souscrit.

Art. 68. — Peuvent réaliser des projets de logements promotionnels aidés les personnes physiques ou morales justifiant de la qualité de promoteur immobilier, au sens de la législation et de la réglementation en vigueur, et retenus dans le cadre de l’appel à manifestation d’intérêt lancé par le directeur de wilaya chargé du logement pour chaque projet.

Art. 69. — Le prix de cession du logement promotionnel aidé doit être exprimé par mètre carré habitable en toutes taxes comprises, hors charges foncières. Il comprend toutes les prestations et charges du promoteur immobilier pour la livraison d’un logement totalement fini, en parfait état d’habitabilité, y compris l’ensemble des travaux de VRD tertiaires.

Le prix de cession doit être proposé par le promoteur immobilier dans le cadre de l’appel à manifestation d’intérêt pour servir à l’appréciation des offres.

Le prix de cession est majoré par la charge financière relative au prix d’acquisition du foncier, une fois déterminée par l’administration des domaines.

Art. 70. — Le prix de cession exprimé en m^2 habitable, proposé par le promoteur immobilier puis majoré par la charge foncière, doit être considéré définitif et constitue un engagement du promoteur immobilier.

Art. 71. — La commercialisation des logements est opérée selon la formule « vente sur plans ».

Le promoteur immobilier est tenu de produire avant le démarrage des travaux, l’attestation de garantie délivrée par le fonds de garantie et de caution mutuelle de la promotion immobilière.

Il est également tenu de passer, par devant notaire, les contrats de vente sur plans, conformément aux dispositions législatives et réglementaires en vigueur, avec les acquéreurs dans un délai maximum de trois (3) mois suivant la date de notification à son endroit de la liste de ces derniers par l’autorité compétente.

Art. 72. — Le directeur de wilaya chargé du logement est tenu de communiquer au promoteur immobilier la liste des bénéficiaires dans un délai maximum de trois (3) mois après le démarrage des travaux.

Lorsque ces délais ne sont pas respectés ou lorsque l’administration locale n’est pas en mesure de fournir tout ou partie de la liste des bénéficiaires, le promoteur immobilier est habilité à procéder au choix des acquéreurs remplissant les conditions d’éligibilité, à charge pour lui d’en faire valider la liste par l’autorité compétente.

14- Arrêté du 31 décembre 2012 portant approbation du cahier des charges fixant les normes de surface et de confort applicables aux logements destinés à la location-vente :

— les marches et contremarches d'escaliers seront revêtues en plaques de marbre ou de granit de 1er choix de 3 cm d'épaisseur.

— les marches et contremarches des cages d'escalier de secours seront revêtues en plaques de granito de 1er choix.

— les circulations communes (paliers et hall d'entrée) seront revêtues en carreaux de marbre, de granit ou en grés cérame « COMPACTO » 30 cm x 30 cm de 1er choix.

— les locaux de service (locaux pour poubelles) seront revêtus en carreaux granito 30 cm x 30 cm.

— L'ensemble des ces travaux seront conçus et exécutés conformément au DTRE 6. 3.

Art. 64. — Un placage de carreaux de faïence devra être prévu sur toutes les faces vues du potager de cuisine et prolongé sur une hauteur de 0.90 m sur les parois verticales au-dessus de la paillasse, ainsi que sur la partie réservée à la cuisinière.

Le plan de travail de la paillasse de la cuisine doit être prévu en marbre ou tout autre matériau de qualité similaire.

Le placage en carreaux de faïence de la salle de bains doit être exécuté sur une hauteur de 1.80m, sur les quatre faces.

Des plinthes en faïence sont posées au bas de chaque face intérieure de mur et de chaque cloison.

L'ensemble de ces travaux seront conçus et exécutés conformément au DTR E 6. 3.

Art. 65. — Les soubassements des parties communes doivent se distinguer par un traitement particulier permettant d'éviter usures et salissures, en produits céramique, mignonnette ou peintures spéciales.

Ces travaux seront conçus et exécutés conformément au DTR E 6. 3.

Art. 66. — Dans le cas des immeubles moyens et hauts, il est prévu d'y intégrer des vide-ordures.

Un local sera prévu au niveau de chaque palier de distribution (étage) dans lequel est disposée une trappe donnant sur une colonne de chute. La porte de ce local doit fermer hermétiquement et avoir des propriétés coupe-feu.

La réception des ordures au bas de la colonne de chute se fera dans un local à poubelles spécialement aménagé à cet effet qui devra être clos et ventilé à l'aide d'une gaine verticale autre que la colonne de chute.

La porte de ce local doit fermer hermétiquement. Un robinet de puisage ainsi qu'une grille siphoïde pour évacuer les eaux de lavage devront être établis pour faciliter l'intervention dans les conditions telles que ni odeur, ni émanation gênante ne puissent pénétrer à l'intérieur des habitations.

Dans le cas des immeubles bas, il est inutile de prévoir des vide-ordures. Les locaux à poubelles seront détachés du corps du bâtiment et localisés à une distance suffisante pour éviter toute nuisance aux habitants de l'immeuble.

Art. 67. — Pour les immeubles moyens, il devra être prévu un ascenseur au minimum. Cet ascenseur, d'une contenance de 8 places (630 kg) devra satisfaire les besoins de 200 personnes prises en compte à partir du 3ème niveau inclus.

Pour les immeubles hauts, le minimum sera de 2 ascenseurs d'une contenance de 8 places (630 kg) chacun.

Ces ascenseurs devront répondre aux normes internationales et être équipés de commandes à clés ainsi que d'une batterie de secours (UPS).

Section 7

Des normes de confort

Art. 68. — Les logements doivent être conformes aux dispositions réglementaires contenues dans le DTR C.3.2 portant « règles de calcul des déperditions calorifiques » et le DTR.C.3.4 portant « règles de calcul des apports calorifiques ».

Les logements doivent satisfaire aux vérifications des valeurs limites des déperditions calorifiques en hiver et aux valeurs limites d'apport solaire en été.

Art. 69. — Le niveau sonore ne doit pas dépasser 38DB (A) pour les pièces habitables et 45 DB (A) pour les pièces de service pour des niveaux de bruit d'émission ne dépassant pas :

— 86 DB (A) pour les locaux d'habitation

— 76 DB (A) pour les circulations communes, caves et autres

— 91 DB (A) pour les locaux à usage autres que ceux cités précédemment.

Pour les bruits extérieurs aux bâtiments à usage d'habitation, et conformément au décret exécutif n° 93-184 du 27 juillet 1993, réglementant l'émission des bruits, il est prévu de prendre 76 DB (A) pour la période diurne et 51 DB (A) pour la période nocturne.

Les logements doivent être conformes aux dispositions réglementaires contenues dans le DTR C.3.1.1.

15- Décret exécutif n° 16-89 du 1er mars 2016 portant organisation de l'administration centrale du ministère des ressources en eau et de l'environnement :

— la direction de la mobilisation des ressources en eau ;

— la direction du dessalement ;

— la direction de l'alimentation en eau potable ;

— la direction de l'assainissement ;

— la direction de l'hydraulique agricole ;

— la direction de la planification et des affaires économiques ;

— la direction de la réglementation et des affaires juridiques et du contentieux ;

— la direction de l'informatique et des systèmes d'information ;

— la direction de la valorisation des ressources humaines et de la formation ;

— la direction de la coopération ;

— la direction du budget et des moyens.

Art. 2. — **La direction générale de l'environnement et du développement durable,** est chargée :

— d'initier les études prospectives et d'élaborer le rapport national de l'environnement et du développement durable ;

— d'initier et de contribuer à l'élaboration de toute étude et recherche d'identification et de prévention des pollutions et des nuisances, notamment en milieu urbain et industriel ;

— de promouvoir les actions de sensibilisation et d'éducation dans le domaine de l'environnement et du développement durable ;

— de concevoir et de mettre en place une banque de données relative à l'environnement et au développement durable ;

— de contribuer à l'élaboration de textes législatifs et réglementaires relatifs à la protection de l'environnement et du développement durable ;

— de contribuer à la protection de la santé publique et à l'amélioration du cadre de vie ;

— de contribuer à la préservation de la biodiversité et au développement des espaces verts ;

— de contribuer, en relation avec les secteurs concernés, à la lutte contre les changements climatiques ;

— d'examiner et d'analyser les études d'impact, les études de danger et les audits environnementaux ;

— d'assurer la mise en œuvre, l'évaluation, l'actualisation et le suivi de la stratégie nationale et du plan d'action national pour l'environnement ;

— d'assurer la surveillance, le contrôle et l'évaluation de l'état de l'environnement ainsi que la veille normative et réglementaire dans le domaine de l'environnement.

Elle comprend six (6) directions :

1- La direction de la politique environnementale urbaine, chargée :

— de contribuer, en relation avec les secteurs concernés, à l'élaboration et à l'actualisation des textes législatifs et réglementaires relatifs à la gestion des déchets, à la qualité de l'air et aux nuisances sonores ;

— de proposer les éléments de la politique environnementale urbaine ;

— d'initier des études en relation avec les problématiques liées à la gestion des déchets ménagers, la qualité de l'air en milieu urbain, le traitement des lixiviats et des biogaz des décharges réhabilitées ;

— de contribuer, en relation avec les secteurs concernés, à l'élaboration et l'évaluation du programme national de gestion des déchets ménagers et assimilés et à leur valorisation ;

— de contribuer à la promotion des techniques de lutte contre les pollutions et les nuisances environnementales en milieu urbain ;

Elle comprend deux (2) sous-directions :

A) la sous-direction des déchets ménagers et assimilés, chargée :

— d'initier et de contribuer à l'élaboration des études, à la définition des règles et prescriptions techniques de gestion, de traitement et de valorisation des déchets ménagers et assimilés ;

— d'initier toute étude et recherche dans le domaine de la lutte contre la pollution urbaine ;

— de contribuer, en relation avec les secteurs concernés, à l'élaboration du programme national relatif aux déchets ménagers et assimilés et de veiller à sa mise en œuvre ;

— de contribuer à la mise en place d'une base de données relative aux déchets ménagers et assimilés ;

— de suivre les ouvrages destinés à la dépollution et au traitement des rejets issus des installations de traitement des déchets ménagers et assimilés notamment les lixiviats et les biogaz ;

— de contribuer à la mise en œuvre et au suivi des mesures visant à prévenir et à réduire la pollution de l'eau et la contamination des milieux naturels, notamment par les lixiviats.

B) La sous-direction des nuisances sonores et visuelles, de la qualité de l'air et des déplacements propres, chargée :

— d'initier des études permettant de définir la configuration, l'implantation et les objectifs de réseaux de surveillance de la qualité de l'air en milieu urbain ;

16- Loi n° 17-05 du 16 février 2017, modifiant et complétant la loi n° 01-14 du 19 aout 2001, relative à l'organisation, la sécurité et la police de la circulation routière :

7- contravention aux dispositions relatives à la circulation ou au stationnement sur la chaussée, la nuit ou par temps de brouillard, en un lieu dépourvu d'éclairage public, d'un véhicule sans éclairage ni signalisation ;

8- contravention aux dispositions relatives à l'interdiction de circulation sur la voie immédiatement située à gauche dans le cas d'une route à trois voies ou plus, affectées à un même sens de la circulation, pour les véhicules de transport de personnes de plus de 9 places ou de marchandises, d'une longueur dépassant sept (7) mètres ou d'un poids total autorisé en charge (P.T.A.C) supérieur à 3.5 tonnes ;

9- contravention aux dispositions relatives à l'interdiction de stationnement ou d'arrêt sur les parties de route traversées à niveau par la voie ferrée ou de circulation sur les rails de véhicules non autorisés ;

10- contravention aux dispositions relatives à l'emprunt de certains tronçons de route interdits à la circulation ou sur certains ponts à charge limitée ;

11- contravention aux dispositions relatives au poids des véhicules à moteur non conformes aux normes admises ;

Une amende de cinq mille dinars (5.000 DA) pour chaque tranche de 250 kg de surcharge sur les véhicules de moins de 3.5 tonnes de PTAC.

Une amende de cinq mille dinars (5.000 DA) pour chaque tranche de 500 kg de surcharge sur les véhicules de plus de 3.5 tonnes de PTAC.

12- contravention aux dispositions relatives aux freins des véhicules à moteur et à l'attelage des remorques et des semi-remorques ;

13- contravention aux dispositions relatives à la charge maximale par essieu .

Une amende de cinq mille dinars (5.000 DA) pour chaque tranche de 200 kg de surcharge par essieu ;

14- contravention aux dispositions relatives à l'installation, aux spécifications, au fonctionnement, à l'utilisation adéquate et à la maintenance du chronotachygraphe ;

15- contravention aux dispositions relatives au changement important de direction sans que le conducteur ne se soit assuré que la manœuvre est sans danger pour les autres usagers et, sans qu'il n'ait averti ceux-ci de son intention ;

19- contravention aux dispositions relatives au gabarit des véhicules, à l'installation des dispositifs d'éclairage et de signalisation des véhicules ;

20- contravention aux dispositions relatives à la poursuite de la conduite d'un véhicule sans avoir subi le contrôle médical périodique ;

21- contravention aux dispositions relatives à l'enseignement, à titre onéreux ou gracieux, de la conduite des véhicules à moteur ;

22- contravention aux dispositions relatives au non-respect du temps de conduite et de repos par les conducteurs des véhicules de transport de marchandises dont le poids total autorisé en charge ou le poids total roulant autorisé est supérieur à 3.500 kg et, des véhicules de transport de personnes de plus de neuf (9) places, y compris, celle du conducteur ;

23- contravention aux dispositions relatives aux obligations ou aux interdictions relatives à la traverse des voies ferrées établies sur une route ;

24- contravention aux dispositions relatives à l'usage manuel du téléphone portable ou l'écoute par les deux oreilles par apposition du casque d'écoute radiophonique durant la conduite ;

25- contravention aux dispositions relatives au dépassement de la vitesse limite prévue, pour la catégorie de conducteurs titulaires d'un permis de conduire en période probatoire ;

26- contravention aux dispositions relatives à la priorité de passage des piétons au niveau des passages protégés ;

27- contravention aux dispositions relatives à la distance légale entre les véhicules en mouvement ;

28- contravention aux dispositions relatives au dommage ou au danger causé à autrui, à la voie publique, à ses équipements ou à ses dépendances ;

29- contravention aux dispositions relatives à l'émission de fumées, de gaz toxiques et de bruits au-delà des seuils fixés ;

30- contravention aux dispositions relatives au dépassement de la vitesse limite autorisée de plus de 20% et moins de 30% constatée, par les équipements homologués pour les véhicules à moteur avec ou sans remorque ou semi-remorque, se rapportant à certaines sections de routes et à chaque catégorie de véhicule.

17- Arrêté du 30 janvier 2018, définissant les spécificités techniques applicables à la réalisation du logement promotionnel aidé :

Cette notion d'abouti doit se traduire par l'agencement des éléments d'architecture qui dissuadent les occupants à procéder aux transformations des façades ;

— veiller à l'exploitation judicieuse et rationnelle de la morphologie du terrain pour une meilleure composition urbaine et architecturale ;

— rechercher à travers une conception adaptée, la meilleure intégration alliant l'optimisation des surfaces foncières et des implantations de projets à la richesse des formes et des volumes ;

— viser à rechercher des solutions permettant de répondre à une logique de réduction des besoins énergétiques ;

— prévoir, pour les besoins de fonctionnalité, et en harmonie avec le projet, des locaux à commercialiser librement et des équipements de proximité intégrés.

En complément de ces locaux, des parkings, des salles de sport et autres activités similaires peuvent être envisagés au niveau du sous-sol des immeubles collectifs.

Art. 8. — Les façades des immeubles doivent tenir compte dans tous les cas, des orientations par rapport à l'ensoleillement et aux vents dominants.

Art. 9. — Le traitement des façades doit, dans tous les cas, se référer à l'architecture locale en termes de matériaux, de traitement, de couleur, de forme et de représentation.

Les matériaux doivent participer de manière significative au traitement des façades par leur texture, leur teinte, leur appareillage et leur mise en œuvre.

Art. 10. — La dimension et le traitement des ouvertures doivent tenir compte du niveau d'ensoleillement, selon l'orientation des façades et les autres facteurs climatiques.

Art. 11. — Dans le but de concevoir un projet fini et harmonieux, il y a lieu, en fonction de sa taille :

— de prévoir un aménagement extérieur de qualité, avec un mobilier adapté et des espaces verts en tenant compte dans leur composition des spécificités climatiques locales ;

— de prévoir pour les voies d'accès et voies mécaniques, des revêtements adéquats. L'utilisation de l'enrobé à froid est interdite ;

— d'éviter l'interférence des circulations mécaniques avec les espaces réservés aux aires de jeux et aux piétons ;

— de tenir compte, dans l'aménagement des espaces, des personnes à mobilité réduite ;

— de prévoir des aires de jeux et de détente pour les trois âges (aires de jeux, espaces de convivialité, de rencontre et

SECTION 2

DE LA TYPOLOGIE DES LOGEMENTS

Art. 12. — Le logement promotionnel aidé peut être réalisé au sein d'immeubles collectifs selon la typologie du F2, F3 ou F4 dans l'ensemble des communes à l'exclusion de celles relevant des wilayas du Sud.

Toutefois, il peut être envisagé la réalisation de logements semi-collectifs dans les zones des Hauts Plateaux et les chefs-lieux des wilayas du Sud.

Art. 13. — Comme référence, la répartition des logements par typologie devra se faire dans les proportions de 20% ,au maximum pour les logements de type F2 de 50 m² habitable, 50% au minimum pour les logements de type F3 de 70 m² habitable et 30% au maximum de F4 pour une surface de 85 m² habitable, avec une tolérance de plus ou moins 3% concernant les surfaces.

La répartition définitive par projet devra être appréciée localement, sans toutefois que les taux maximums de 20% pour le F2 et 30% pour le F4 ne soient dépassés.

Art. 14. — Dans les communes relevant des wilayas du Sud, le logement promotionnel aidé sera réalisé sous forme « individuel groupé » sur des lots de 250 m² au minimum, dans ce cas, le promoteur immobilier peut limiter son intervention à la réalisation de logements en clos et couvert et aux travaux de VRD , l'aspect extérieur des logements doit présenter un état parfait d'achèvement.

Art. 15. — Outre les parkings au sous-sol qu'il peut prévoir, le promoteur immobilier peut réaliser sur chaque projet, des locaux à commercialiser librement sur la quotité de 20 à 25% de la surface totale habitable des logements promotionnels aidés.

SECTION 3

DU LOGEMENT COLLECTIF ET SEMI-COLLECTIF

Sous-section 1

La conception architecturale

Art. 16. — La conception des logements doit répondre au double objectif de la fonctionnalité et du bien-être des occupants selon les exigences et les spécificités locales et culturelles du lieu d'implantation du projet, tant sur le plan du mode de vie que du confort thermique et acoustique.

18- Loi n° 18-11 du 2 juillet 2018 relative à la santé :

Protection du milieu et de l'environnement

Art. 106. — L'Etat met en œuvre la politique d'hygiène du milieu, du cadre de vie des citoyens et de l'environnement en vue d'assurer la protection et la promotion de la santé de la population.

Art. 113. — L'Etat et les collectivités locales sont tenus de faire observer les règles de prévention des méfaits de la nuisance sonore ou de tout autre type de nuisance, conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

Art. 114. — La protection de la santé de la population soumet aux conditions et normes techniques en la matière, conformément à la législation et à la réglementation en vigueur, la production, le traitement, la détention, le transport et l'utilisation des substances et préparations radioactives ainsi que la détention, la collecte, le stockage, le transport, le traitement, l'élimination et l'évacuation définitive des déchets contenant une matière radioactive, de même que l'utilisation et la mise en exploitation des instruments et des équipements contenant une source de rayonnement ionisant ou émettant de tels rayonnements.

Art. 115. — Les structures et les établissements de santé sont tenus de mettre en place les dispositifs de protection contre les rayonnements ionisants, conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

Art. 116. — La collecte, le transport et le traitement des déchets doivent, afin de protéger la santé de la population et de préserver l'environnement, s'effectuer selon les normes définies par la législation et la réglementation en vigueur.

Art. 117. — Les structures et les établissements de santé sont tenus de prendre les dispositions particulières concernant le traitement et l'élimination de leurs déchets conformément aux normes actualisées en la matière, définies par voie réglementaire.

Art. 118. — Les structures et les établissements de santé publics et privés doivent veiller, en leur sein, au respect des normes d'hygiène hospitalière et des normes d'élimination des déchets des activités de soins à risque infectieux, afin de prévenir les affections y afférentes.

Art. 119. — Les services de santé peuvent proposer, à l'autorité compétente, toute mesure nécessaire à l'encontre d'activités, de services ou d'établissements susceptibles de

— de prévention en matière de santé reproductive, particulièrement l'éducation sexuelle auprès des jeunes ;

— de consommation des médicaments ;

— de lutte contre les pratiques nocives portant atteinte à la santé ;

— de promotion de la pratique de l'éducation physique et sportive et des sports.

Art. 121. — Les actions d'éducation pour la santé en direction des différentes catégories de populations portent sur l'hygiène, la prévention et les premiers secours.

Elles sont intégrées dans les programmes d'enseignement et de formation.

Art. 122. — Les activités d'éducation pour la santé s'exercent sur la base d'un programme établi, mis en œuvre et évalué par le ministre chargé de la santé, en coordination avec les secteurs concernés.

Chapitre 6

La prise en charge de la santé des personnes en situation exceptionnelle

Art. 123. — Les structures et les établissements de santé concernés sont tenus, dans le cadre de la prise en charge sanitaire, lors de catastrophes ou situations exceptionnelles, d'élaborer, en collaboration avec les autorités des services habilités, un plan spécifique d'intervention et de secours.

Ils doivent tenir à jour un fichier des personnes ressources et des moyens à mobiliser, en cas de catastrophe ou de situation exceptionnelle.

ANNEXE 3

La réglementation acoustique française

L'arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation.

Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation

NOR : EQUU9900634A

La ministre de l'emploi et de la solidarité, le ministre de l'équipement, des transports et du logement et le secrétaire d'Etat au logement.
Vu le code de la construction et de l'habitation, notamment ses articles L. 111-4, L. 111-11, R. 111-1 et R. 111-4,

Arrêtent :

Art. 1er. – Pour l'application du présent arrêté, les locaux sont classés selon les catégories définies dans l'article R. 111-1 du code de la construction et de l'habitation susvisé, conformément au tableau suivant :

Logements, y compris ceux comprenant des locaux à usage professionnel	Pièces principales	Pièces destinées au séjour ou au sommeil, locaux à usage professionnel compris dans les logements.	
	Pièces de service	Les pièces humides.	Cuisines, salles d'eau, cabinets d'aisances.
		Les autres pièces de service.	Pièces telles que débarras, séchoirs, celliers et buanderies.
	Dégagements	Circulations horizontales et verticales intérieures au logement telles que halls d'entrée, vestibules, escaliers, dégagements intérieurs.	
	Dépendances	Locaux tels que caves, combles non aménagés, bûchers, serres, vérandas, locaux bicyclettes/voitures d'enfant, locaux poubelles, locaux vide-ordures, garages individuels.	
Circulations communes	Circulations horizontales ou verticales desservant l'ensemble des locaux privatifs, collectifs et de service, tels que halls, couloirs, escaliers, paliers, coursives.		
Locaux techniques	Locaux renfermant des équipements techniques nécessaires au fonctionnement de la construction et accessibles uniquement aux personnes assurant leur entretien, notamment installation d'ascenseur, de ventilation, de chauffage.		
Locaux d'activité	Tous les locaux d'un bâtiment autres que ceux définis dans les catégories logements, circulations communes et locaux techniques.		

ANNEXE 4

Norme ISO 717-1 (2013-2020)

BS EN ISO 717-1:2013



Acoustics — Rating of sound insulation in buildings and of building elements

Part 1: Airborne sound insulation (ISO 717-1:2013)



...making excellence a habit.™

ANNEXE 5

Norme NF EN 12354-1 (2000-2017)

S 31-004-1

NORME FRANCAISE NF EN 12354-1

Août 2000

acoustique du bâtiment

calcul de la performance acoustique des bâtiments à partir de la performance des éléments

partie 1 : isolement acoustique aux bruits aériens entre des locaux

E : building acoustics - estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements - part 1 : airborne sound insulation between rooms

D : Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 1 : Luftschalldämmung zwischen Räumen

Norme française homologuée par décision du Directeur Général d'AFNOR le 20 juillet 2000 pour prendre effet le 20 août 2000.

correspondance La Norme européenne EN 12354-1 :2000 a le statut d'une norme française.

Le présent document spécifie des modèles de calcul permettant de déterminer l'isolement acoustique aux bruits aériens entre des locaux, sur la base de données mesurées caractérisant la transmission directe ou la transmission latérale indirecte, des éléments de construction concernés ainsi que sur des méthodes théoriques d'évaluation de la propagation des sons dans les constructions.

Par déduction, on arrive à un modèle simplifié avec un domaine d'application limité qui donne directement un indice d'évaluation à partir de ceux des produits.

On trouvera les grands principes de calcul, la liste des grandeurs significatives, les applications et leurs limites.

descripteurs Thésaurus International Technique : acoustique, mesurage acoustique, bruit acoustique, bâtiment, isolation acoustique, bruit aérien, donnée, grandeur, calcul, précision.

Membres de la commission de normalisation

Président : M REHFELD

Secrétariat : M RUTMAN - BNTB

M AFLALO BRUEL ET KJAER

MME AMOY SNPA

- M ARCE ROCKWOOL ISOLATION
- BEAUFILS SNI

MME BECKER AFNOR

- M BENICHOU SNIP - PLATRES LAFARGE
- BESSAC CETIAT
- BRIDIER SNFA

MME CHARBONNIER FILMM - ISOVER SAINT GOBAIN

- M CHATELAIN SNEP
- CHEVALDONNET SNFMI
- COUDERC BNPP
- DELVOYE ASSOCIATION QUALITEL
- DESMONS CTT DU MANS

ANNEXE 6

Norme NF S 31-010 (1996)

ISSN 0335-3931

norme française

NF S 31-010
Décembre 1996

Indice de classement : **S 31-010**

ICS : 13.140.17 ; 17.140.00

Acoustique

Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement

Méthodes particulières de mesurage

E : Acoustics — Environmental noise characterization and measurement — Special measuring methods
D : Akustik — Beschreibung und Messung von Geräuschimmissionen — Besondere Meßverfahren

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 20 novembre 1996 pour prendre effet le 20 décembre 1996.

Remplace la norme homologuée NF S 31-010, de novembre 1987.

Correspondance À la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux internationaux traitant du même sujet.

Analyse Le présent document décrit deux méthodes de mesurage des bruits de l'environnement. Il complète la norme NF S 31-110 relative aux méthodes adaptées à l'utilisation des espaces. Il définit des indicateurs spécifiques, les matériels de mesure et l'acquisition des données. Il prend en compte les conditions météorologiques pour la caractérisation d'une situation sonore. Il ne comprend pas de guide d'interprétation.

Descripteurs **Thésaurus International Technique** : acoustique, bruit acoustique, mesurage acoustique, instrument de mesure acoustique, pression acoustique, conditions d'essai, conditions climatiques, vérification, traçabilité.

Modifications Par rapport au document remplacé, mise au point de deux méthodes de mesurage, prise en compte des évolutions métrologiques, nouvelle approche des conditions météorologiques, introduction des notions de traçabilité et d'auto-vérification, suppression des annexes A et B et intégration dans le corps de la norme de l'annexe C. Toute référence explicite à l'évaluation de la gêne ou à l'instruction d'une plainte a été supprimée.

Corrections

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), Tour Europe 92049 Paris La Défense Cedex
Tél. : 01 42 91 55 55 — Tél. international : + 33 1 42 91 55 55

 AFNOR 1996 1er tirage 96-12-F

ANNEXE 7

Norme EN ISO 16283-1

BS EN ISO 16283-1:2014

Incorporating corrigendum June 2014



Acoustics — Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements

Part 1: Airborne sound insulation



...making excellence a habit.™